



VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Možnosti zajištění měnového rizika ve spediční společnosti

Currency risk hedging possibilities in a forwarding company

Student: Bc. Martin Lednický

Vedoucí diplomové práce: Ing. Tichý Tomáš, Ph.D.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Ekonomická fakulta  
Katedra financí

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Martin Lednický**  
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa  
Studijní obor: 6202T010 Finance  
Specializace: 00 Finance  
Téma: **Možnosti zajištění měnového rizika ve spediční společnosti**  
**Currency risk hedging possibilities in a forwarding company**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
  2. Teoretické vymezení finančních rizik a finančních derivátů
  3. Možnosti zajištění měnového rizika
  4. Aplikace a zhodnocení zvolených metod
  5. Závěr
- Seznam použité literatury  
Seznam zkratk  
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce  
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

HULL, J. C. *Options, futures & other derivatives*. 5th ed. New York: Prentice Hall, 2003. 744 s. ISBN 0-13-009056-5.  
JÍLEK, J. *Finanční rizika*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 635 s. ISBN 80-7169-579-3.  
JORION, P. *Financial risk manager handbook 2001-2002*. New York: John Wiley and Sons, 2001. 808 s. ISBN 0-471-09372-6.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Tomáš Tichý, Ph.D.**

Datum zadání: 26.11.2010  
Datum odevzdání: 29.04.2011

---

Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.  
vedoucí katedry

---

prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová  
děkanka fakulty

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou práci včetně všech příloh vypracoval samostatně.

V Ostravě dne 20. dubna 2011

.....

Martin Lednický

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Tomáši Tichému, Ph.D. za cenné rady, podněty a připomínky, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Teoretické vymezení finančních rizik a finančních derivátů .....</b>	<b>5</b>
2.1	Finanční rizika .....	5
2.1.1	Hedging .....	7
2.2	Charakteristika finančních derivátů .....	9
2.2.1	Motivy k využití derivátů .....	10
2.2.2	Forwardy .....	11
2.2.3	Futures .....	13
2.2.4	Swapy .....	15
2.2.5	Opce .....	15
<b>3</b>	<b>Možnosti zajištění měnového rizika .....</b>	<b>24</b>
3.1	Měnové riziko .....	24
3.1.1	Identifikace měnového rizika .....	25
3.2	Predikce měnového kurzu .....	26
3.2.1	Predikce volatility .....	27
3.2.2	Simulace náhodného vývoje měnového kurzu pomocí metody Monte Carlo ....	29
3.3	Vybrané možnosti zajištění měnového rizika .....	32
3.3.1	Měnový forward .....	32
3.3.2	Měnová put opce .....	33
3.3.3	Bariérové put opce na měnu .....	34
3.3.4	Opční strategie Risk reversal .....	35
<b>4</b>	<b>Aplikace a zhodnocení zvolených metod .....</b>	<b>37</b>
4.1	Základní údaje o společnosti NH-TRANS, SE .....	37
4.2	Vstupní údaje pro aplikaci zajištění .....	39
4.3	Predikce volatility měnového kurzu CZK/EUR .....	41
4.4	Simulace vývoje měnového kurzu CZK/EUR .....	42
4.5	Aplikace zvolených zajišťovacích strategií .....	44
4.5.1	Pasivní strategie .....	45
4.5.2	Forward – měsíční zajištění .....	46
4.5.3	Forward – roční zajištění .....	47

4.5.4	Put opce .....	48
4.5.5	Bariérové put opce.....	50
4.5.6	Opční strategie Risk reversal.....	52
4.6	Vyhodnocení zvolených zajišťovacích strategií .....	54
4.6.1	Zhodnocení podle zvolených kritérií.....	54
4.6.2	Zhodnocení z hlediska postoje investora k riziku .....	56
4.6.3	Zhodnocení z hlediska výše počátečních nákladů.....	56
4.6.4	Zhodnocení z hlediska vztahu výnos – riziko .....	57
4.6.5	Zhodnocení při zohlednění všech kritérií a hledisek.....	58
<b>5</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>60</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>62</b>
	<b>Seznam zkratk a symbolů</b>	
	<b>Seznam obrázků</b>	
	<b>Seznam tabulek</b>	
	<b>Prohlášení o využití výsledků diplomové práce</b>	
	<b>Seznam příloh</b>	

# 1 Úvod

Hospodářské výsledky a peněžní toky podnikatelských subjektů obchodujících se zahraničními partnery jsou ovlivňovány širokou škálou proměnných. Vedle úrokových sazeb, cen průmyslových surovin či vládních rozhodnutí jsou jimi zejména měnové kurzy. A právě tyto kurzy, které v důsledku ekonomických a politických vlivů v poslední době značně kolísají, mohou představovat pro podnikatelské subjekty orientující se na zahraniční obchod nezanedbatelné měnové riziko.

Mezi významné faktory zvyšující frekvenci a intenzitu výskytu měnového rizika v poslední době bezpochyby patří rostoucí míra globalizace světové ekonomiky a s ní spojený rozvoj mezinárodního obchodu a investic. Zmíněné faktory vedou k nárůstu významu zapojení měnového rizika do klíčových firemních rozhodnutí.

Nevýhoda českých firem v rámci zahraničního obchodu je evidentní. Zatímco podnikatelské subjekty sídlící v eurozóně mezi sebou mohou obchodovat ve své domácí měně, tedy euru, české firmy musí s měnovým rizikem počítat doslova dnes a denně.

Ochrana proti možnému měnovému riziku by se rozhodně neměla podceňovat, neboť ztráty z negativních pohybů měnových kurzů mohou dosahovat závratných hodnot. Jednu z možností, jak existující či potencionální měnové riziko významnou měrou omezit, reprezentují zajišťovací obchody s využitím finančních derivátů.

Cílem diplomové práce je provést zajištění měnového rizika ve spediční společnosti NH-TRANS, SE pomocí vybraných zajišťovacích strategií a vyhodnotit výsledné efekty plynoucí z těchto strategií na základě stanovených kritérií a hledisek.

Diplomová práce je kromě úvodu a závěru rozdělena do tří hlavních kapitol, přičemž první a druhá kapitola obsahují základní teoretická východiska a slouží jako podklad pro třetí kapitolu, ve které se nachází praktická část práce.

První kapitola je v úvodu zaměřena na charakteristiku a členění finančních rizik a obsahuje také stručný popis metod hedgingu. Pozornost je v první kapitole rovněž soustředěna na zpracování obecné problematiky finančních derivátů, konkrétně forwardů, futures, swapů a opcí.

Ve druhé kapitole je nejprve charakterizováno měnové riziko, a to včetně jeho identifikace. Součástí této kapitoly je taktéž metodologie predikce měnového kurzu, která je rozdělena na část vztahující se k predikci volatility a na část týkající se simulace náhodného



vývoje měnového kurzu pomocí simulační metody Monte Carlo. Závěr druhé kapitoly je pak věnován vybraným možnostem zajištění měnového rizika. Jsou jimi forward, put opce, bariérové put opce a opční strategie Risk reversal. Tyto možnosti jsou vybrány s ohledem na záměr, kterým je zajistit měnové riziko běžně používanými finančními deriváty.

Třetí kapitola obsahuje praktickou část diplomové práce. Vybrané strategie jsou implementovány při zajištění měnového rizika ve spediční společnosti NH-TRANS, SE, která je na začátku této kapitoly stručně představena. Dále jsou zde definovány vstupní údaje pro aplikaci zajištění a rovněž je provedena simulace vývoje měnového kurzu. Z této simulace se vychází při následném uplatnění zvolených zajišťovacích strategií. V závěru kapitoly jsou dosažené výsledky jednotlivých strategií porovnány podle vybraných hledisek a kritérií.

## 2 Teoretické vymezení finančních rizik a finančních derivátů

Podnikání s sebou přináší celou řadu rizik vyplývajících ze změn podmínek okolního prostředí. Jednu skupinu z těchto rizik tvoří rizika finanční, k jejichž odstranění nebo alespoň částečnému snížení mohou nefinanční podnikatelské subjekty využít služby finančních institucí, které lze tím pádem považovat za redistributory tohoto rizika.

V úvodu kapitoly budou nejdříve charakterizována finanční rizika a jejich členění. Jako další budou nastíněna teoretická východiska hedgingu, a to včetně rozdělení metod hedgingu podle různorodých hledisek. Poté budou obecně popsány finanční deriváty a motivy vedoucí k jejich využití. Další část této kapitoly bude již podrobněji věnována konkrétním typům finančních derivátů, tedy forwardům, futures, swapům a opcím. Vzhledem k tomu, že problematika derivátů je v dnešní době poměrně obsáhlá, nebude možné detailně postihnout všechny její relevantní aspekty.

### 2.1 Finanční rizika

Jak uvádí Valach (1999), riziko může být obecně definováno jako možnost, že se dosažené výsledky budou pozitivně či negativně odchylovat od výsledků očekávaných. V rámci teorie je vhodné odlišovat riziko a nejistotu. Nejistota je chápána jako širší pojem a jedná se o neurčitost, náhodnost podmínek či výsledků určitých jevů. Rizikem se pak rozumí užší pojem a jde o druh nejistoty, kdy je možné pomocí matematických a statistických metod kvantifikovat pravděpodobnost výskytu odchylek od očekávaného stavu.

Finanční riziko, které vyplývá z existence finančních trhů, lze následně definovat jako potencionální finanční ztrátu subjektu v budoucnosti, která vyplývá z daného finančního či komoditního nástroje nebo finančního či komoditního portfolia. Finanční rizika se dělí na pět hlavních skupin – úvěrové, tržní, likvidní, operační a obchodní riziko<sup>1</sup>. Při objasnění jednotlivých skupin finančního rizika se postupuje ve shodě s Jílkem (2000).

#### Úvěrové riziko

Úvěrové riziko je a bezpochyby i nadále zůstane nejdůležitějším finančním rizikem. Toto riziko představuje ztrátu ze selhání obchodního partnera tím, že nedostojí svým závazkům dle podmínek stanovených ve smlouvě. Zmíněné závazky vznikají zejména z úvěrových, obchodních a investičních aktivit a z platebního styku.

---

<sup>1</sup> Operační a obchodní riziko se někdy mezi finanční rizika nezařazují.

## **Tržní riziko**

Z hlediska významu se na druhém místě nachází riziko tržní. To může být definováno jako riziko ztráty ze změn tržních cen finančních či komoditních nástrojů, které jsou způsobené nepříznivým vývojem tržních podmínek, tj. nepříznivým vývojem úrokových měr, cen akcií, cen komodit a v neposlední řadě měnových kurzů. V kontextu s výše uvedeným se tržní riziko dále dělí na úrokové riziko, akciové riziko, komoditní riziko a měnové riziko. Posledně jmenované riziko bude z důvodu zaměření diplomové práce detailněji charakterizováno ve druhé kapitole.

## **Likvidní riziko**

Likvidní riziko souvisí s platební neschopností a je tudíž rizikem ztráty v situaci, kdy společnost nedisponuje dostatečným objemem likvidních prostředků potřebných pro uhrazení svých splatných závazků. Dále se zde zahrnuje i riziko ztráty související s nízkou likviditou trhu s finančními nástroji.

## **Operační riziko**

Pojmem operační riziko se obecně rozumí možnost vzniku ztráty v důsledku provozních nedostatků a chyb, jakými jsou například chybné zaúčtování nebo odesílání peněz na jiný účet. V užším pojetí vyplývá operační riziko ze všech firemních operací, v širším se jedná o všechna rizika, která není možné přiřadit ke kategoriím rizik uvedených výše. Ze své podstaty je operační riziko velmi těžké kvantifikovat.

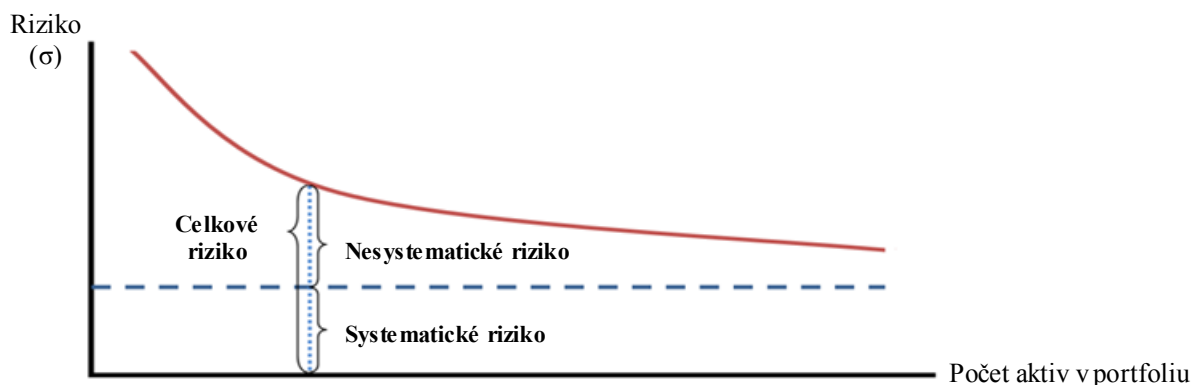
## **Obchodní riziko**

U obchodního rizika se rozlišuje sedm kategorií rizik. Každá z nich je přitom spojována s rozdílnou částí obchodní činnosti daného subjektu. Jedná se o právní riziko, riziko změny úvěrového hodnocení, reputační riziko, daňové riziko, riziko měnové konvertibility, riziko pohromy a riziko regulační.

Z jiného pohledu je důležité rozčlenění celkového rizika na riziko systematické (tržní, faktorové) a riziko nesystematické (jedinečné, specifické). Systematické riziko vyplývá z celkového ekonomického vývoje a postihuje všechny subjekty daného trhu. Pro snížení jeho vlivu se využívá zajištění (dále také „hedging“). Oproti tomu nesystematické riziko je specifické pro jednotlivé obory, firmy či projekty a eliminuje se pomocí diverzifikace,

tj. zvyšováním počtu aktiv v portfoliu, viz Valach (1999). Graficky je takto definované rozdělení uvedeno na Obr. 2.1.

**Obr. 2.1 Celkové, systematické a nesystematické riziko**



Zdroj: vlastní zpracování

### 2.1.1 Hedging

Poměrně značná nestabilita finančních trhů vede k nutnosti řízení a eliminaci finančních rizik v rámci úloh finančního řízení a rozhodování.

Jak již bylo uvedeno výše, odstranění rizika je v podstatě možné dvěma způsoby, a to diverzifikací nebo hedgingem. Zatímco diverzifikace je založena na vytvoření rozsáhlejšího portfolia aktiv, u hedgingu jde o sestavení hedgingového portfolia, které se skládá z rizikového aktiva (nebo portfolia rizikových aktiv) a jednoho, resp. více finančních derivátů. Úkolem hedgingu je, aby hedgingové portfolio bylo co nejvíce zajištěno proti pohybu rizikových faktorů. Na rozdíl od diverzifikace lze pomocí hedgingu eliminovat riziko systematické.

Podle Zmeškala (2004) je možné metody hedgingu charakterizovat a členit podle celé řady hledisek:

- *podle počtu revizí v čase:*
  - o statické metody – na jedno období, hedgingové portfolio je v čase neměnné,
  - o dynamické metody – na více období, dochází k revizím hedgingového portfolia;
- *podle frekvence revizí:*
  - o diskrétní – revize se uskutečňují v pevně stanovených intervalech,
  - o spojitě – k revizím dochází v nekonečně malých intervalech;

- *podle zajišťovaného rizika:*
  - o celkové riziko – tj. systematické i nesystematické,
  - o systematické – odstranitelné zajištěním,
  - o nesystematické – odstranitelné diverzifikací;
- *podle hedgingové strategie:*
  - o faktorově neutrální – delta hedging, delta-gama hedging,
  - o minimální rozptyl,
  - o minimalizace střední hodnoty ztrát,
  - o minimální hodnota Value at Risk,
  - o maximalizace střední hodnoty funkce užítku,
  - o minimalizace rizikově upravené výnosnosti kapitálu;
- *podle typu zajišťovaného finančního aktiva:*
  - o akcie,
  - o obligace,
  - o měna,
  - o finanční deriváty,
  - o komodity;
- *podle typu zajišťovaného finančního rizika:*
  - o tržní riziko,
  - o kreditní riziko.

Při sestavení hedgingového portfolia  $\Pi$  v čase  $t$  se předpokládá, že zajišťovatel vlastní  $Q$  stejných rizikových aktiv s jednotkovou cenou  $S$ . K zajištění rizikových aktiv využívá finanční deriváty s jednotkovou cenou  $f$  a počtem kontraktů  $h$ , přičemž množství derivátů na jeden kontrakt je vyjádřeno  $N$ . Hodnotu hedgingového portfolia lze vyjádřit vztahem:

$$\Pi_t = Q \cdot S_t - h \cdot N \cdot f_t, \quad (2.1)$$

jehož přírůstek hodnoty má být nulový, eventuálně blíží se nule:

$$\Delta \Pi = Q \cdot \Delta S - h \cdot N \cdot \Delta f = 0. \quad (2.2)$$

## 2.2 Charakteristika finančních derivátů

Obecně mohou být finanční deriváty definovány jako finanční instrumenty, jejichž hodnota je odvozena od hodnoty tzv. podkladového aktiva. Mezi charakteristické znaky finančních derivátů patří rovněž minimální počáteční náklady a vypořádání obchodu v určitém okamžiku v budoucnosti<sup>2</sup> za předem stanovených podmínek. Tyto finanční instrumenty představují pro podnikatelské subjekty jednu z možností, jak odstranit nebo alespoň částečně snížit finanční riziko, viz Hull (2003) a Tichý (2009).

Přestože obchody s derivátovými prvky byly užívány již ve starověku, první organizované a aktivní trhy vznikají později, např. v 17. století v Holandsku nebo v Japonsku, kde se uzavíraly derivátové obchody s komoditami. V současnosti jsou podkladovými aktivy některých derivátů také komodity, nicméně většina derivátů má jiná podkladová aktiva. Jsou jimi např. úrokové sazby, akcie či měnové kurzy<sup>3</sup>. Mezi novější typy derivátů lze pak zařadit deriváty na počasí nebo energetické deriváty. V České republice patří mezi nejvýznamnější úrokové a měnové deriváty, což je zřejmé z Tab. 2.1, kde je zachycen vývoj objemu obchodů u jednotlivých rizikových kategorií od 3. kvartálu roku 2009.

**Tab. 2.1 Objem obchodů s deriváty (v hodnotě podkladového aktiva) v ČR v mil. Kč**

Riziková kategorie	Datum				
	30.09.2009	31.12.2009	31.03.2010	30.6.2010	30.9.2010
Akciové deriváty	24 905	17 410	22 231	28 388	26 031
Úrokové deriváty	732 345 127	1 480 218 718	2 619 240 888	2 941 989 233	2 165 820 822
Měnové deriváty	6 274 940	5 429 879	5 493 917	5 492 116	9 185 206
Komoditní deriváty	25 397	29 487	42 729	54 346	42 303
Úvěrové deriváty	14 700	6 249	4 969	5 725	5 833
Ostatní deriváty	2 831	6 790	6 712	16 107	9 698
<b>Celkem</b>	<b>738 687 900</b>	<b>1 485 708 534</b>	<b>2 624 811 447</b>	<b>2 947 585 915</b>	<b>2 175 089 893</b>

Zdroj: Česká národní banka

Finanční deriváty je možné členit na dvě základní skupiny – lineární (termínové, nepodmíněné) a nelineární (opční, podmíněné), přičemž se dále postupuje v souladu s Tichým (2006). Pro lineární finanční deriváty je charakteristické symetrické rozdělení práv a povinností, jelikož se obě strany kontraktu nacházejí v těsné pozici a musí dodržet předem stanovené závazky. Mezi tyto deriváty se řadí forwardy, futures a swapy. Oproti tomu

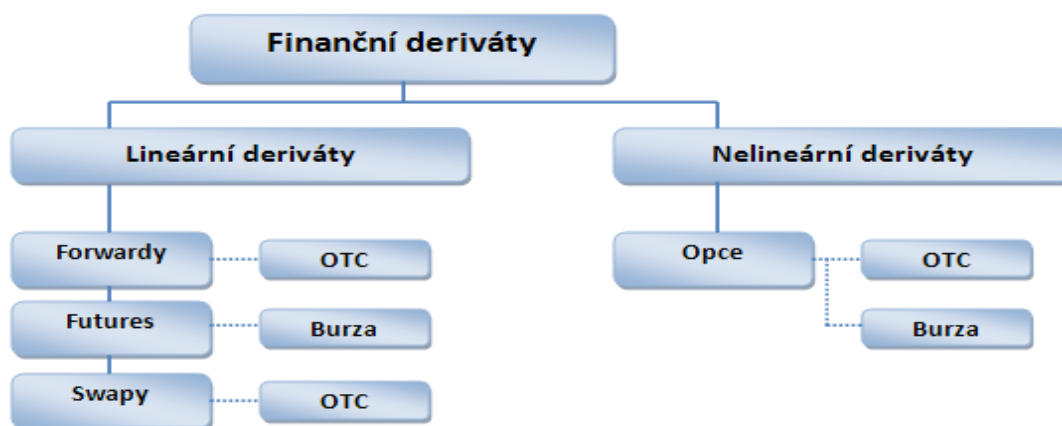
<sup>2</sup> Deriváty mají termínový charakter a nedochází u nich k „okamžitému“ vypořádání jako u spotových operací. V praxi jsou spotové operace vypořádány nejpozději do dvou následujících pracovních dnů.

<sup>3</sup> XTB. *Finanční a komoditní deriváty: Historický vývoj derivátů* [online]. 2011. [cit. 2011-02-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.xtb.cz/showcontent/?cid=30062>>.

nesymetrické rozdělení práv a povinností lze sledovat u opcí, které reprezentují nelineární finanční deriváty. Kupující opčního kontraktu je ve volné pozici, a má tedy možnost volby, zda opční právo využije či nikoliv. Naopak prodávající je v těsné pozici, a má odpovídající povinnost splnit dané závazky.

Stejně jako jiné finanční instrumenty mohou být finanční deriváty obchodovány buď na burze nebo mimoburzovně, tj. na OTC (over-the-counter) trzích. Burzovní deriváty jsou obchodovány jako standardizované kontrakty, u kterých má každá burza přesně stanovené parametry. Těmi jsou např. realizační cena, kvalita a kvantita zboží, datum a místo dodání, limitní pozice atd. Důležitou alternativu k burzovním derivátům tvoří mimoburzovní deriváty umožňující zakomponování detailních požadavků stran kontraktu. Určitou nevýhodou mimoburzovních derivátů je vyšší kreditní riziko a nižší likvidita. V České republice je většina derivátů obchodována mimoburzovně – převážně prostřednictvím finančních institucí. Základní přehled finančních derivátů a způsobů jejich obchodování je uveden na Obr. 2.2.

**Obr. 2.2 Základní přehled finančních derivátů**



Zdroj: vlastní zpracování

### 2.2.1 Motivy k využití derivátů

V současné době existují tři hlavní motivy k využití finančních derivátů. Jsou jimi spekulace na pohyb cen, cenová arbitráž a zajištění rizika. Při vymezení hlavních motivů se vychází z literatury Dvořák (2008) a Jorion (2001).

#### Spekulace

Principem spekulace je aktivní vyhledávání a otevírání pozic na termínovém trhu, s cílem profitovat z rozdílu mezi spotovou cenou podkladového aktiva a jeho budoucí cenou.

V tomto případě vychází spekulant z určitého předpokladu o budoucím růstu nebo poklesu ceny podkladového aktiva. Na trhu s finančními deriváty plní spekulanti velice podstatnou funkci, a to vytváření likvidity pro ostatní subjekty.

### **Arbitráž**

Stejně tak jako spekulanti, jsou i arbitrážeri nedílnou součástí trhu s finančními deriváty. Podstata arbitráže spočívá ve využití cenových diferencí, vznikajících na finančních trzích, ať už na rozdílných místech (různých burzách či mimoburzovních trzích) nebo mezi spotovým a termínovým trhem. Oproti spekulaci je dosažení zisku při arbitráži v podstatě bez rizika, avšak v důsledku neustále se zvyšující globalizace je v dnešní době pravděpodobnost nalezení arbitrážní příležitosti relativně malá.

### **Zajištění**

Velká řada účastníků burzovních nebo mimoburzovních derivátových obchodů jsou zajišťovatelé. Jejich primárním cílem není využití finančních derivátů k dosažení zisku, ale k eliminaci rizika.

### **2.2.2 Forwardy**

Forwardový kontrakt představuje pevnou dohodu mezi dvěma zúčastněnými subjekty o koupi nebo prodeji určitého množství podkladového aktiva za předem dohodnutou forwardovou (realizační) cenu v určitý okamžik v budoucnosti. Při objasnění teoretických východisek tohoto finančního derivátu je čerpáno zejména z Hulla (2003) a Tichého (2006).

Výše realizační ceny je určena předem a v průběhu životnosti forwardu se již nemění, čímž dochází k odstranění finančního rizika plynoucího z volatility cen na spotovém trhu. Nevýhodou při využití forwardu je skutečnost, že nelze profitovat z pozitivního vývoje tržních cen.

Forwardové kontrakty nejsou standardizovány a umožňují tak zúčastněným subjektům dohodnout si individuální podmínky obchodu. A právě z důvodu specifických podmínek jednotlivých forwardových kontraktů jsou tyto finanční instrumenty obchodovány mimoburzově, nejčastěji mezi dvěma finančními institucemi nebo mezi finanční institucí a podnikem.

Subjekty uzavírající forwardový kontrakt se mohou nacházet v dlouhé nebo krátké pozici. S oběma pozicemi je přitom spojena rozdílná výplatní funkce neboli vnitřní hodnota



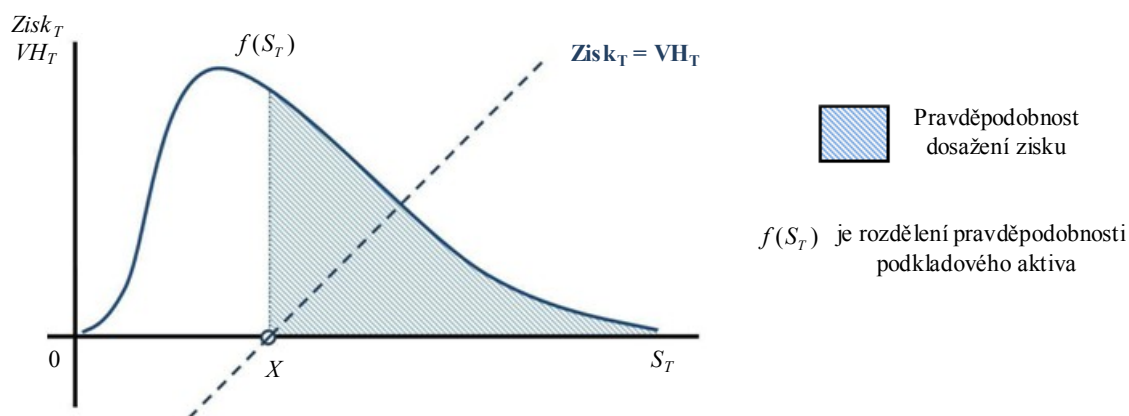
vyjadřující velikost výplaty v době zralosti forwardu. Graficky jsou tyto pozice znázorněny na Obr. 2.3 a Obr. 2.4.

Pro kupujícího, který se nachází v dlouhé pozici a v době zralosti má povinnost koupit podkladové aktivum za stanovenou realizační cenu, má výplatní funkce tvar:

$$VH_T = S_T - X^F, \quad (2.3)$$

kde  $VH_T$  je vnitřní hodnota forwardu v době zralosti,  $S_T$  je cena podkladového aktiva v době zralosti a  $X^F$  je realizační cena forwardu.

**Obr. 2.3 Vnitřní hodnota forwardu – dlouhá pozice**

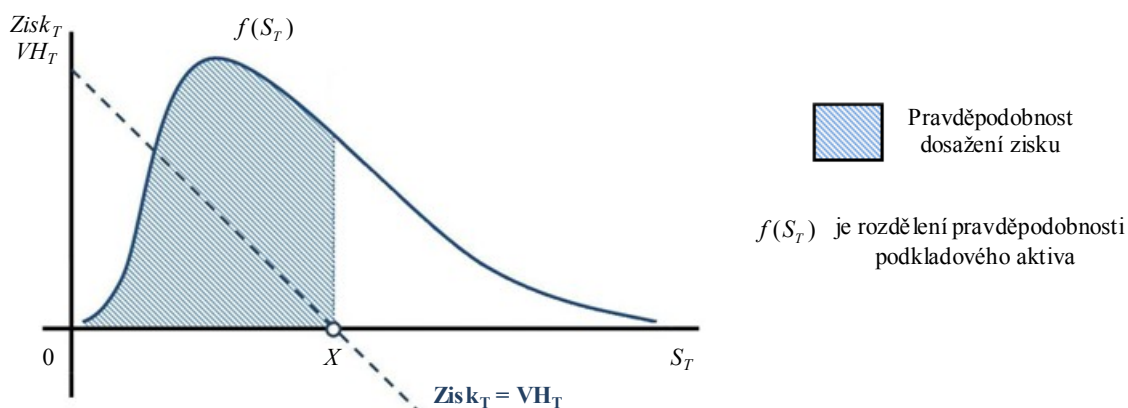


Zdroj: Dluhošová (2006)

Naopak pro prodávajícího, který zaujímá krátkou pozici a je povinen prodat podkladové aktivum v době zralosti opět za stanovenou realizační cenu, lze výplatní funkci vyjádřit vztahem:

$$VH_T = X^F - S_T. \quad (2.4)$$

**Obr. 2.4 Vnitřní hodnota forwardu – krátká pozice**



Zdroj: Dluhošová (2006)

V rámci problematiky forwardových kontraktů jsou stěžejními pojmy hodnota (cena) forwardu a forwardová cena forwardu v okamžiku uzavření kontraktu. Při stanovení správné hodnoty forwardu se zpravidla aplikuje princip nemožnosti arbitráže<sup>4</sup>. Pro dlouhou pozici má hodnota forwardu  $f_{t,T}$  v čase  $t$  se splatností v době zralosti  $T$  tvar:

$$f_{t,T} = S_t - X^F \cdot e^{-r \cdot dt}, \quad (2.5)$$

a hodnotu krátké pozice lze zapsat jako:

$$-f_{t,T} = X^F \cdot e^{-r \cdot dt} - S_t, \quad (2.6)$$

kde je symbolem  $r$  označena bezriziková sazba,  $dt$  udává dobu do zralosti,  $dt = T - t$  a  $e^{-r \cdot dt}$  je diskontní faktor.

Realizační cena forwardu  $X^F$  je v době prvotního uvedení forwardového kontraktu tvořena tak, že  $f_{0,T} = 0$  a po dosazení do (2.5) a úpravě pro realizační cenu platí:

$$X^F = f_{0,T} = S_0 \cdot e^{r \cdot T}. \quad (2.7)$$

### 2.2.3 Futures

Stejně jako forwardový kontrakt, lze i futures definovat jako smlouvu o koupi podkladového aktiva uzavřenou v současnosti s vypořádáním v určitý okamžik v budoucnosti, která je závazná pro oba zúčastněné subjekty. Při vymezení základní terminologie se vychází především z publikací Hull (2003) a Jílek (2002).

Jak již vyplývá z definice, futures mají mnohé shodné znaky s forwardovými operacemi a jsou de facto jejich modifikací. V několika základních charakteristikách se však liší. První odlišnost je ve způsobu obchodování, protože futures jsou obchodovány výhradně na speciálních, tzv. derivátových burzách, nikoliv na OTC trzích. Způsob obchodování na burze může být organizován klasicky na burzovním parketu anebo v podobě elektronických burz. Mezi nejznámější burzy futures kontraktů patří např. Chicago Board of Trade, Chicago Mercantile Exchange a Euronext atd.

Dalším typickým rysem a zároveň odlišností futures je burzou stanovená standardizace kontraktů. Kontrakty musí dle standardů obsahovat specifikace doručení, včetně kvality, kvantity, místa a časů dodání, ačkoliv k vlastnímu fyzickému dodání daného podkladového

---

<sup>4</sup> Není možné dosáhnout vyššího než bezrizikového výnosu při nulovém riziku.

aktiva dochází jen zřídka<sup>5</sup>. Zmíněná standardizace je základem pro existenci aktivního sekundárního trhu pro mnoho kontraktů futures, které mohou být jednoduše koupeny a znovu prodány. Jinými slovy standardizace zabezpečuje vysokou likviditu.

Na rozdíl od forwardů u futures téměř neexistuje úvěrové riziko. Hladké vypořádání závazků ze sjednaných futures kontraktů zajišťuje clearingové centrum dané derivátové burzy, a to zejména prostřednictvím systému marží a pomocí každodenního tržního přeceňování (marking-to-market) a vypořádání. Při burzovních obchodech zaujímá toto centrum pozici kupujícího pro všechny prodávající a pozici prodávajícího pro všechny kupující. Každý obchodník na trhu futures tak má závazek či pohledávku pouze vůči clearingovému centru, u něhož musí mít všechny zúčastněné subjekty složené dostatečné depozitum (kolaterál, marži). Clearingové centrum samotné na trhu nezaujímá žádnou aktivní pozici a pouze se u každé transakce vsunuje mezi strany.

Clearingové centrum každý den po uzavření burzy provádí ocenění a vypořádání otevřených pozic. Ocení tak všechny otevřené pozice a vyčíslí výši zisku a ztráty vyplývající z rozdílu kurzu při otevření pozice a denní ceny vypořádání. Dosažený zisk či ztráta jsou současně na konci každého dne zúčtovány ve prospěch nebo na vrub účtu kupujícího či prodávajícího, který mají u clearingového centra. Každý následující den se situace opakuje, opět jsou všechny kontrakty oceněny denní cenou vypořádání a vyčísleny zisky a ztráty, v tomto případě již jako rozdíl mezi cenou vypořádání v daném dni a cenou vypořádání předchozího dne.

Přehled základních rozdílů mezi kontrakty typu forward a futures je uveden v Tab. 2.2.

**Tab. 2.2 Porovnání kontraktů typu forward a futures**

Forward	Futures
Soukromě dohodnutý kontrakt mezi dvěma stranami	Kontrakt obchodovaný na burze
Nestandardizovaný kontrakt	Standardizovaný kontrakt
Dodání obvykle jen ve stanovený den	Více předem stanovených dodacích dnů
Vypořádání na konci kontraktu	Vypořádání na denní bázi
Dochází k dodání nebo finančnímu vyrovnání	Kontrakt je běžně uzavřen před dobou splatnosti
Existence kreditního rizika	Prakticky bez kreditního rizika

Zdroj: Hull (2006)

<sup>5</sup> Mnohem častěji dochází k ukončení existence kontraktu respektive k jeho hotovostnímu vypořádání ještě před dobou zralosti. Jak uvádí Jílek (2002), vlastní dodávka podkladového aktiva se například na Chicago Board of Trade uskutečňuje v méně než v 1% obchodovaných kontraktů.

## 2.2.4 Swapy

Swapy se řadí stejně jako termínové kontrakty typu forward a futures mezi lineární finanční deriváty. Swap zavazuje obě zúčastněné strany k vzájemným výměnám dohodnutých podkladových aktiv nebo finančních toků v určitých intervalech v budoucnosti dle předem stanovených podmínek. Jinými slovy lze říct, že se jedná o několik forwardových kontraktů uzavřených v jednom časovém okamžiku, jejichž doby zralosti jsou různé. Vzhledem ke skutečnosti, že jde o nestandardizovaný finanční derivát, obchoduje se se swapy prostřednictvím OTC trhů.

Swapový trh je možné zařadit mezi jedny z nejvíce se rozvíjejících a zároveň nejvýznamnějších segmentů derivátového trhu. Swapy zahrnují celou řadu různých více či méně se lišících druhů. Ty lze dále různými způsoby kombinovat s některými jinými deriváty (forwardy, opce) i klasickými instrumenty finančního trhu, čímž dochází ke vzniku nových instrumentů. Mezi základní druhy swapů patří swapy úrokové, měnové, akciové a komoditní, viz Dvořák (2008).

## 2.2.5 Opce

Opce patří mezi tzv. podmíněné termínové obchody. Na rozdíl od nepodmíněných termínových obchodů dává opční kontrakt kupujícímu možnost volby, zda opci využije či nikoliv. Druhá strana kontraktu, tedy prodávající, má následně povinnost na základě rozhodnutí kupujícího sjednaný obchod splnit. Pro vymezení základních charakteristik a parametrů opcí je využita zejména literatura Dluhošová (2006), Dvořák (2003), Tichý (2006) a Zmeškal a kol. (2004).

Od roku 1973, kdy byla založena první opční burza Chicago Board Options Exchange, zaznamenávají opce dynamický rozvoj. Dnes již lze nalézt opční burzu prakticky ve všech významnějších finančních metropolích. U burzovně obchodovaných opcí jsou stejně jako u kontraktů futures základní náležitosti standardizovány. Vedle standardizovaných burzovních opcí existují i mimoburzovní opce, které standardizaci nepodléhají a umožňují tak především bankám nabízet instrumenty k zajištění rizik dle individuálních potřeb klientů.

Jestliže je možné uplatnit opci pouze v pevně stanoveném okamžiku zralosti, jedná se o evropskou opci. Vedle opcí evropských existují i opce americké, jejichž uplatnění je možné kdykoliv během časové lhůty do zralosti opce. Specifickým případem je bermudská opce s možností uplatnění pouze v pevně daných diskrétních okamžicích.

Mezi základní jednoduché, tzv. plain vanilla, opce patří **call opce** (kupní opce) a **put opce** (prodejní opce). Call opce dává kupujícímu právo, nikoliv však povinnost, koupit předmětné podkladové aktivum k předem dohodnutému datu za předem stanovenou realizační cenu. Oproti tomu put opce dává kupujícímu právo, nikoliv však povinnost, prodat předmětné podkladové aktivum k předem dohodnutému datu za předem stanovenou realizační cenu. Kupující opce se přitom nachází v dlouhé (long) pozici, a v situaci, kdy své právo využije, musí prodávající vždy dostát svým závazkům. Pozice prodávajícího se označuje jako krátká (short).

Dle výše uvedené charakteristiky disponuje kupující strana právem a nikoliv povinností uplatnění opce, z čehož jí vyplývá jednostranná výhoda, za kterou musí prodávající straně při uzavření kontraktu zaplatit opční prémii. Realizační cena opce může být stanovena na libovolné úrovni a není tak výsledkem nabídky a poptávky jako v případě termínových cen. Stanovení realizační ceny určuje výhodnost opce a odráží se ve zmíněné opční prémii, tj. v ceně opce, při uzavření kontraktu. V průběhu životnosti se pak cenou opce označuje cena, za kterou je možné opci koupit či prodat zpravidla na sekundárních trzích. Strukturu ceny opce lze z hlediska determinujících faktorů rozčlenit na dvě části – vnitřní a časovou hodnotu. Tedy:

$$\text{cena opce} = \text{časová hodnota opce} + \text{vnitřní hodnota opce}. \quad (2.8)$$

### **Vnitřní hodnota opce**

Vnitřní hodnota opce udává přínos z jejího okamžitého uplatnění a odpovídá tak výplatní funkci. Jedná se o zisk, který by majitel opce získal okamžitým uplatněním opce a současným kompenzujícím obchodem na spotovém trhu. Opce má vnitřní hodnotu v případě, že lze takovou ziskovou transakci provést.

Stanovení výše vnitřní hodnoty je závislé na vztahu mezi spotovou cenou podkladového aktiva  $S_t$  a realizační cenou  $X$ . Podle tohoto vztahu se opce mohou nacházet v třech pozicích, v penězích (ITM, in-the-money), na penězích (ATM, at-the-money) a mimo peníze (OTM, out-of-the-money), viz Tab. 2.3, Obr. 2.5 a Obr. 2.6.

**Tab. 2.3 Vztah vnitřní hodnoty call a put opce**

Vztah $S_t$ a $X$	Call opce		Put opce	
	VH	Označení	VH	Označení
$S_t > X$	$S_t - X$	ITM	0	OTM
$S_t = X$	0	ATM	0	ATM
$S_t < X$	0	OTM	$X - S_t$	ITM

Zdroj: Tichý (2006)

Z tabulky je zřejmé, že pokud není možné opci v daném čase se ziskem uplatnit, její vnitřní hodnota je nulová.

Definované charakteristiky týkající se vnitřní hodnoty platí v plném znění pouze pro americké opce. Evropské opce lze uplatnit pouze v době zralosti, a proto je vhodnější vnitřní hodnotu evropských opcí formulovat jako vztah mezi realizační cenou a termínovou cenou podkladového aktiva v době zralosti.

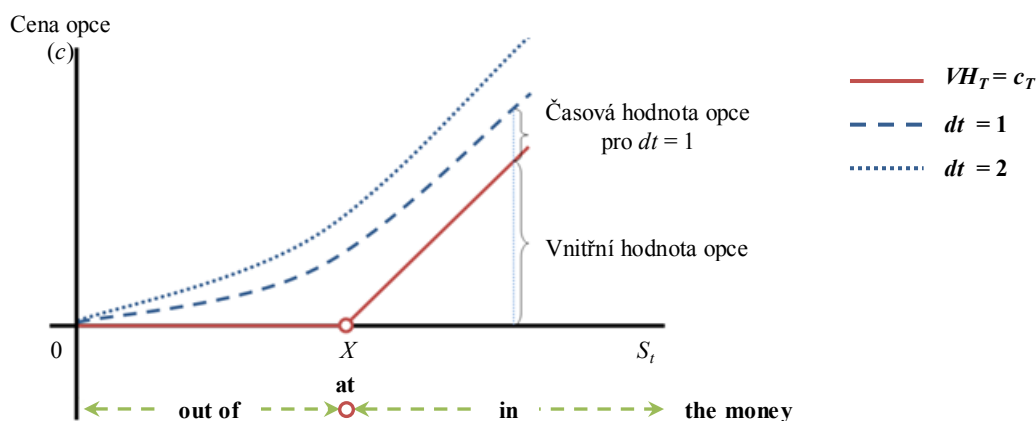
### Časová hodnota opce

Časová hodnota opce představuje riziko změny ceny podkladového aktiva v průběhu životnosti opce a reflektuje tak možnost dosažení dalšího zisku v budoucnosti. V době zralosti opce je tato hodnota vždy nulová. Ze vzorce (2.8) se časová hodnota určí jako rozdíl mezi cenou opce a její vnitřní hodnotou.

Pokud během životnosti opce dojde k situaci, kdy je její časová hodnota záporná, je vhodné opci okamžitě uplatnit. Z tohoto tvrzení vychází existence amerických opcí, které má smysl uplatnit pouze ve zmíněné situaci, tedy při záporné časové hodnotě.

V případě call opce se časová hodnota zvyšuje s rostoucí dobou do zralosti opce  $dt$ , což platí pro jakoukoliv cenu podkladového aktiva  $S_t$ . Struktura ceny call opce  $c$  pro rozdílné doby do zralosti je znázorněna na následující straně na Obr. 2.5.

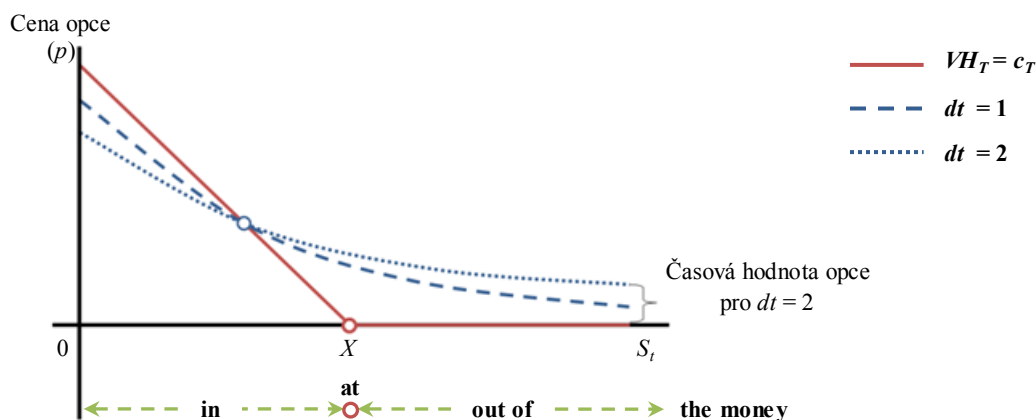
**Obr. 2.5 Struktura ceny call opce pro rozdílné doby do zralosti**



Zdroj: Dluhošová (2006)

U put opce existuje cena podkladového aktiva, pro kterou je časová hodnota rovna nule při jakékoliv době do zralosti opce. Napravo od této ceny je časová hodnota kladná a zvyšuje se s rostoucí dobou do zralosti opce, nalevo je pak záporná a klesávající s rostoucí dobou do zralosti opce. Blíže viz Obr. 2.6.

**Obr. 2.6 Struktura ceny put opce pro rozdílné doby do zralosti**



Zdroj: Tichý (2006)

Na cenu opce působí pozitivně či negativně celá řada faktorů, mezi ty nejdůležitější patří cena podkladového aktiva, realizační cena, doba do splatnosti, volatilita, bezriziková sazba a dividendový výnos. Působení jednotlivých faktorů je názorně shrnuto v Tab. 2.4. Základním předpokladem vlivu jednotlivých faktorů na cenu opce je konstantní výše ostatních proměnných.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Ve skutečnosti je nutné brát v úvahu vzájemné vazby mezi jednotlivými faktory.

**Tab. 2.4 Vliv hlavních faktorů na ceny opcí**

Faktor	Označení	Evropské opce		Americké opce	
		Call	Put	Call	Put
Cena podkladového aktiva	$S$	+	-	+	-
Realizační cena	$X$	-	+	-	+
Doba do zralosti	$dt$	?	?	+	+
Volatilita	$\sigma$	+	+	+	+
Bezriziková sazba	$r$	+	-	+	-
Dividendový výnos	$q$	-	+	-	+

Poznámky: s růstem faktoru může cena opce růst (znaménko +), klesat (znaménko -) nebo se vliv nedá lehce odhadnout (?)

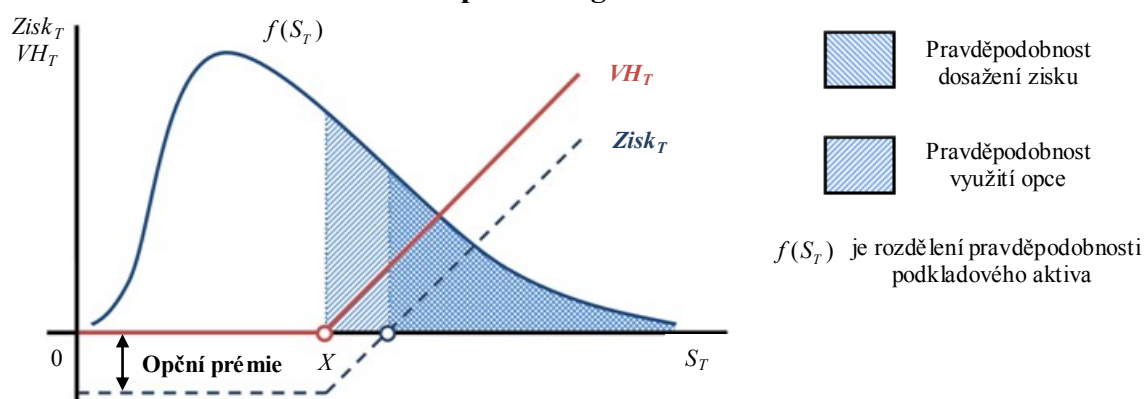
Zdroj: Tichý (2006)

### Základní opční pozice

Mezi čtyři základní pozice se řadí dlouhá pozice v kupní opci (long call), krátká pozice v kupní opci (short call), dlouhá pozice v prodejní opci (long put) a krátká pozice v prodejní opci (short put). Vyjmenované opční pozice se liší tvarem výplatní a ziskové funkce. Navazující popis čtyř základních pozic je proveden pro evropské opce.

Pozice **long call** umožňuje kupujícímu teoreticky neomezený ziskový potenciál, přičemž s růstem spotové ceny podkladového aktiva během životnosti opce se zisk zvyšuje. Maximální ztráta kupujícího je omezena hodnotou opční prémie zaplacené za právo volby. Graficky je tato pozice znázorněna na Obr. 2.7.

**Obr. 2.7 Vnitřní hodnota a zisk v pozici long call**



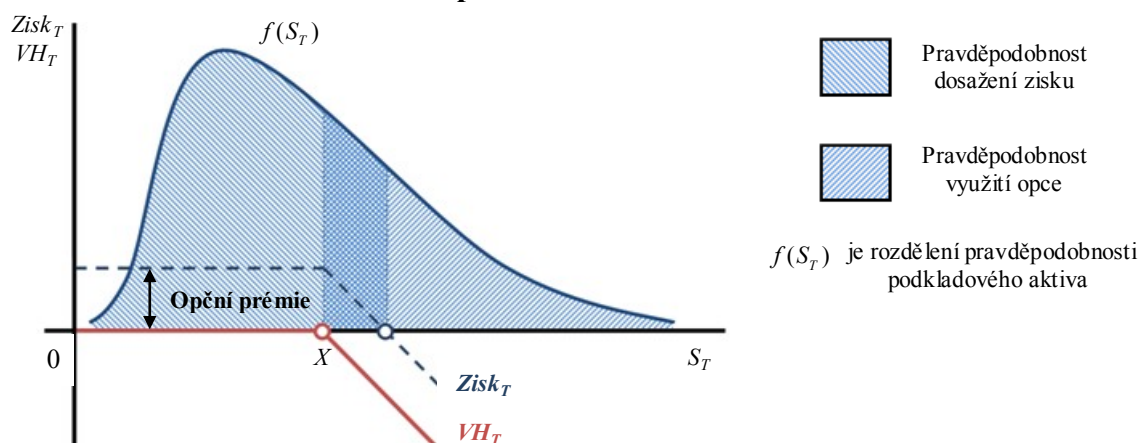
Zdroj: Dluhošová (2006)

Zrcadlovou pozici k long call tvoří pozice **short call**, jež je zobrazená na Obr. 2.8. Prodávající inkasuje za prodej práva volby opční prémii, která tvoří limitní pozici maximálně



dosažitelného zisku. Pro prodávajícího zároveň platí, že s růstem ceny podkladového aktiva může dosáhnout až neomezené výše ztráty.

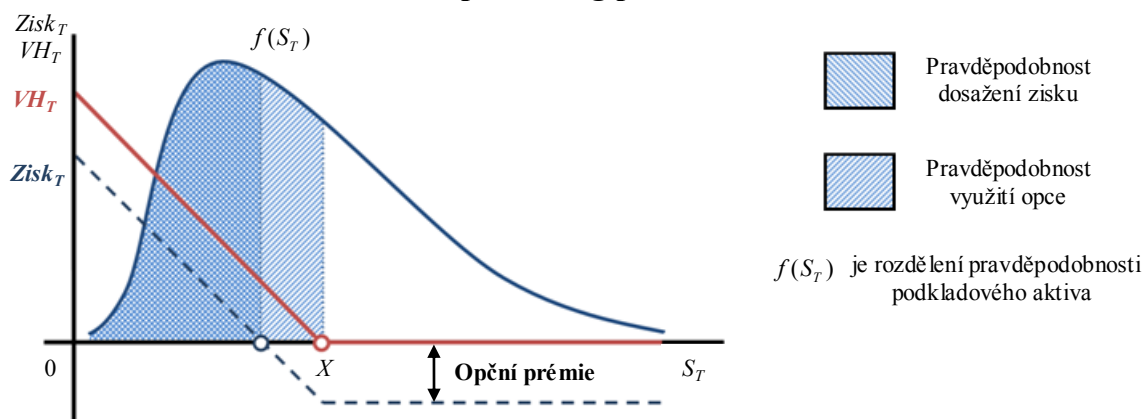
**Obr. 2.8 Vnitřní hodnota a zisk v pozici short call**



Zdroj: Dluhošová (2006)

Subjekt nacházející se v pozici **long put** má právo volby, za které platí opční prémii. Její velikost určuje, jakou ztrátu může maximálně dosáhnout kupující při růstu ceny podkladového aktiva. Naopak s poklesem ceny podkladového aktiva roste výhodnost pro kupujícího opce, přičemž ziskový potenciál je omezen možností poklesu ceny podkladového aktiva na nulovou hodnotu. Graficky je pozice long put zachycena na Obr. 2.9.

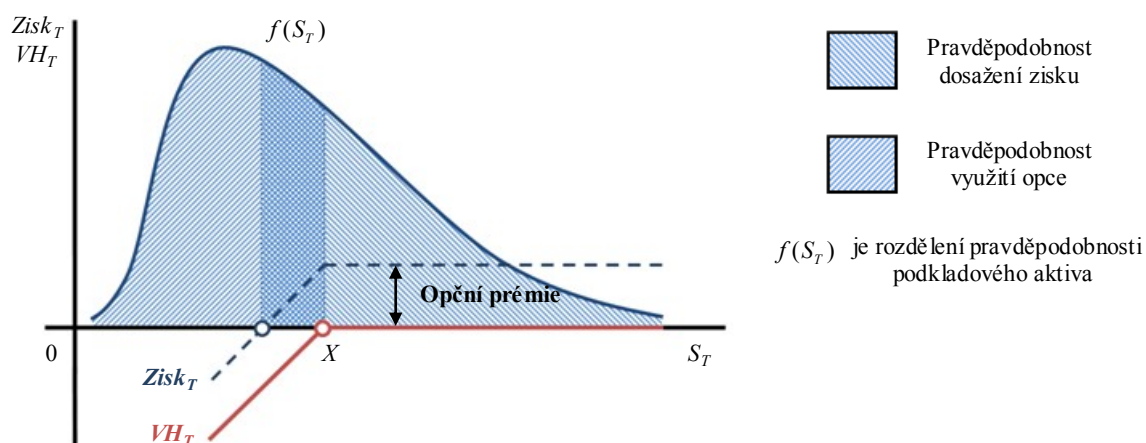
**Obr. 2.9 Vnitřní hodnota a zisk v pozici long put**



Zdroj: Dluhošová (2006)

Zrcadlovou pozicí k long put tvoří pozice **short put**, která je znázorněná na Obr. 2.10. Stejně jako u pozice short call obdrží prodávající za prodej práva volby opční prémii, jež tvoří limitní pozici maximálně dosažitelného zisku. Potencionální ztráta prodávajícího je omezena, a to možností poklesu ceny podkladového aktiva na nulovou hodnotu.

**Obr. 2.10 Vnitřní hodnota a zisk v pozici short put**



Zdroj: Dluhošová (2006)

Funkční závislosti vnitřní hodnoty a zisku pro všechny čtyři uvedené a graficky znázorněné pozice jsou shrnuty v Tab. 2.5.

**Tab. 2.5 Výplatní funkce a zisk základních opčních pozic**

Druh opce	Dlouhá pozice		Krátká pozice	
	$V_{H_T}$	$Zisk_T$	$V_{H_T}$	$Zisk_T$
Call opce	$\max(S_T - X; 0)$	$\max(S_T - X - c; -c)$	$\min(X - S_T; 0)$	$\min(X - S_T + c; c)$
Put opce	$\max(X - S_T; 0)$	$\max(X - S_T - c; -c)$	$\min(S_T - X; 0)$	$\min(S_T - X + c; c)$

Zdroj: Dluhošová (2006)

## Exotické opce

Ačkoliv bývají jednoduché opce běžně nejvíce využívány, byly vyvinuty i opce s komplikovanější výplatní funkcí. Ty se někdy souhrnně označují jako opce exotické. Z důvodu, že jsou tyto opce tvořeny zejména k uspokojování specifických potřeb společností či jiných zájemců, obchoduje se s nimi především mimoburzově.

Mezi exotické opce se řadí:

- *package* – neboli portfolio skládající se z evropských put a call opcí, forwardových kontraktů, hotovosti nebo podkladového aktiva, často je sestavované při nulových počátečních nákladech:
  - o kombinační opční pozice (bull, spread, strangles, straddles, strip, aj.), collar;
- *vícestupňové opce* – charakteristické vícestupňovým rozhodováním v průběhu životnosti:

- opce výběrové, složené (tzv. opce na opce), s odloženou splatností;
- *digitální (binární) opce* – jejichž výplata (dohodnutá částka nebo hodnota aktiva) je buď vše anebo nic:
  - cash-or-nothing, asset-or-nothing;
- *path dependent opce* – u nichž je výplatní funkce v případě uplatnění určitým způsobem závislá na vývoji ceny podkladového aktiva za dané období:
  - opce asijské, bariérové a lookback opce.

## Oceňování opcí

Základní metody oceňování opcí se dají rozdělit na analytické a numerické. Analytické metody jsou založené na spojitě změně ve spojitém čase. Vychází se u nich zpravidla z lehce aplikovatelného vzorce, který představuje určité zjednodušení reality. Nejznámějším příkladem analytických metod je Black-Scholes-Mertonův model a jeho další modifikace.

Pro numerické metody platí diskrétní změny v diskrétním čase a patří zde binomický, trinomický či multinomický model a dále simulační metoda Monte Carlo. Ta bývá občas řazena jako samostatná metoda oceňování opcí.

Doposud nejpoužívanější model oceňování opcí byl vyvinut v 70. letech 20. století a je pojmenován po svých tvůrcích jako Black-Scholes-Mertonův (dále jen „Black-Scholesův“) model. Model byl odvozen za předpokladu tzv. stochastického procesu, blíže vymezeného v další kapitole. Model slouží pro oceňování evropských typů opcí.

Oceňování základní verze spojitého Black-Scholesova modelu vychází z následujících předpokladů:

- ceny podkladových faktorů se vyvíjejí dle geometrického Brownova pohybu s logaritmickými cenami,
- spojitě obchodování s nekonečně dělitelnými aktivy,
- konstantní volatilita podkladového aktiva v čase,
- ceny jsou nezávislé na očekávaných výnosech,
- předpoklad dokonalého kapitálového trhu<sup>7</sup>,

---

<sup>7</sup> Zde patří např. neomezený krátký prodej, zanedbání transakčních nákladů a daní, nemožnost dosažení arbitrážního zisku, nepřetržité fungování trhů.

- neuvažuje se s výplatou dividend,
- konstantní bezriziková sazba,
- spojitý vývoj v čase.

Pro cenu evropské call opce následně platí:

$$c = S_0 \cdot N(d_1) - e^{-r \cdot dt} \cdot X \cdot N(d_2), \quad (2.9)$$

kde

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot dt}{\sigma \cdot \sqrt{dt}}, \quad (2.10)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.11)$$

přitom  $c$  je cena evropské call opce,  $S_0$  je výchozí cena podkladového aktiva,  $X$  je realizační cena,  $r$  je roční bezriziková sazba,  $dt$  je doba do zralosti opce,  $\sigma$  je roční volatilita neboli směrodatná odchylka spojitého výnosu podkladového aktiva,  $N(d_1)$  a  $N(d_2)$  vyjadřují hodnotu funkce kumulativního normovaného normálního rozdělení a  $e^{-r \cdot dt}$  označuje spojitý diskontní faktor.

Pro vyjádření ceny evropské put opce lze využít tzv. put-call paritu. Jedná se o nejznámější vztah popisující vzájemnou závislost mezi cenami evropských call a put opcí, přičemž mají obě stejnou realizační cenu, dobu do zralosti a shodné podkladové aktivum. Put-call parita je určena takto:

$$c + e^{-r \cdot dt} \cdot X = p + S_0, \quad (2.12)$$

z čehož se cena evropské put opce  $p$  definuje následovně:

$$p = e^{-r \cdot dt} \cdot X \cdot N(-d_2) - S_0 \cdot N(-d_1). \quad (2.13)$$

### **3 Možnosti zajištění měnového rizika**

Jak uvádí Král' (2003), nově vytvořený systém pohyblivých měnových kurzů postavil svým vznikem na začátku 70. let 20. století před všechny společnosti s podílem na zahraničním obchodě zcela nová a pro většinu finančních manažerů doposud neznámá finanční rizika. U českých firem vznikla potřeba řízení těchto rizik od roku 1990, kdy došlo k přechodu ekonomiky na tržní systém řízení a bylo tak žádoucí do firemních systémů řízení finančních rizik přiřadit k již existujícím subsystémům řízení tržeb, výnosů, investic, mezd, zásob, cash-flow, atd. jako zcela rovnocenný subsystém řízení měnových rizik.

Na začátku této kapitoly bude nejdříve věnována pozornost některým základním pojmům týkajících se problematiky měnového rizika. Poté bude následovat podkapitola se zaměřením na predikci měnového kurzu, jakožto stěžejního bodu řízení měnového rizika. Na závěr budou blíže specifikovány vybrané možnosti zajištění měnového rizika.

#### **3.1 Měnové riziko**

Měnové (devizové) riziko je možné definovat jako možnost vzniku ztráty v důsledku negativních změn měnového kurzu. Toto riziko vyplývá především z podílu podniku na zahraničním obchodě, z realizace zahraničních investic, případně ze získávání dluhového financování v jiné než domácí měně. V posledních letech významnost měnového rizika výrazně vzrostla, a to v návaznosti na zvyšující se volatilitu na měnových trzích. Teoretický základ této podkapitoly je v souladu literaturou Král' (2003).

Riziko, a to nejen měnové, je ze své podstaty nutné řídit. Řízením měnových rizik se ve velkých společnostech zpravidla zabývá speciální oddělení, tzv. treasury, pod které mimo jiné spadá řízení ostatních tržních rizik, úvěrových a operačních rizik a také řízení cash-flow a s tím spojeného rizika likvidity. V menších podnicích má výše uvedené řízení měnového rizika na starosti finanční ředitel či manažer. Cílem řízení měnového rizika je zajistit, aby hospodaření firmy v plánovaném období bylo imunní vůči negativnímu vývoji měnových kurzů, čehož lze mimo jiné dosáhnout pomocí zajišťovacích transakcí s využitím finančních derivátů. Existují i jiné metody, jako např. promptní placení, časování plateb, fakturace v domácí měně, aj. Alternativní metody jsou však pro většinu společností nepoužitelné, pokud chtějí uspět na dnešním silně konkurenčním trhu.

Důležitým termínem je plánované období neboli doba, na kterou se sestavuje finanční plán. Na toto období se totiž běžně zajištění vůči změnám měnového kurzu provádí. Z této

skutečnosti lze odvodit, že v případě ročního plánování by mělo být zajištění provedeno na období právě jednoho roku. Uvedeným způsobem lze zajistit plánované cash-flow společnosti. Pokud se však má eliminovat vliv volatility na měnových trzích i ve výkazu zisku a ztrát, je žádoucí aplikovat zajišťovací účetnictví<sup>8</sup>.

Aktivní řízení měnových rizik umožňuje společností, podílejících se na zahraničním obchodě, nejen minimalizovat či neutralizovat vznik ztrát v případě výskytu měnového rizika, ale současně i participovat na výhodách z vývoje mezinárodních finančních vztahů. Tímto způsobem mohou společnosti realizovat dodatečné a často objemově značné zisky v rámci jejich vedlejší produkční funkce.

### 3.1.1 Identifikace měnového rizika

Pro efektivní finanční řízení měnového rizika je žádoucí umět co nejpřesněji predikovat vývoj předmětných měnových kurzů na příslušné relevantní období. Ještě před tím je však nutné provést kvantifikaci reálně existujícího měnového rizika. Výchozím krokem k dosažení tohoto cíle je identifikace měnového rizika společnosti, kterou lze získat pomocí analýzy její devizové pozice.

V užším smyslu je možné devizovou pozici chápat jako vztah mezi pohledávkami a závazky společnosti v zahraničních měnách k danému časovému okamžiku. V širším smyslu se jedná o citlivost všech aktiv, pasiv a peněžních toků společnosti na změny kurzů příslušných zahraničních měn. Devizová pozice může být:

- *otevřená* – rozdíl mezi jednotlivými pohledávkami a závazky v cizí měně není k danému časovému okamžiku nulový, a proto společnost podstupuje měnové riziko,
- *uzavřená* – rozdíl mezi jednotlivými pohledávkami a závazky v cizí měně je k danému časovému okamžiku nulový, a proto společnost v tomto období není vystavena měnovému riziku.

Pokud má společnost devizovou pozici otevřenou, měla by si v rámci svého profesionálního finančního řízení také vždy provést analýzu své otevřené devizové pozice. Tato pozice může být dlouhá nebo krátká.

---

<sup>8</sup> Treasury.cz. *Risk management* [online]. 2011. [cit. 2011-02-26]. Dostupné z WWW: <<http://treasury.cz/risk.php>>.

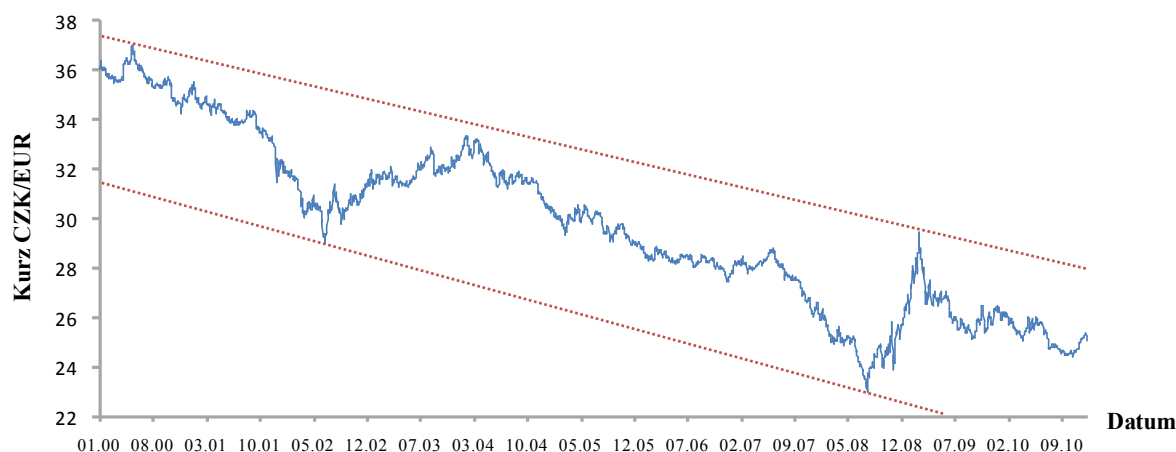
Jestliže má daná společnost přebytek pohledávek cizí měny ke konkrétnímu datu, znamená to, že se nachází v dlouhé devizové pozici. Naopak krátká devizová pozice znamená, že společnost má vůči svým obchodním partnerům přebytek závazků v cizí měně. U obou uvedených pozic musí finanční manažer společnosti zaujmout k řízení měnových rizik určitou strategii, přičemž bude vycházet z předpokládaného vývoje měnového kurzu<sup>9</sup>.

První variantou je uzavření otevřené dlouhé devizové pozice a to v případě, kdy na základě analýzy relevantních faktorů ovlivňujících měnový kurz domácí či zahraniční měny očekává finanční manažer k momentu inkasa zpevnění domácí měny. Druhou variantou je ponechat devizovou pozici otevřenou. To má smysl v případě očekávaného oslabení domácí měny k momentu inkasa. Pro krátkou devizovou pozici platí opačný postup. Existuje ještě i třetí varianta a to v situaci, kdy má firma devizovou pozici uzavřenou, ale rozhodne se ji úmyslně otevřít, protože očekává např. znehodnocení domácí měny. Tímto způsobem může firma profitovat z již zmiňovaného oslabení domácí měny. Poslední varianta bývá označována jako metoda spekulativní.

### 3.2 Predikce měnového kurzu

Měnový kurz patří v malých otevřených ekonomikách ke klíčovým makroekonomickým veličinám. V České republice je nejpoužívanější zahraniční měnou pro dovozní a vývozní společnosti bezesporu euro (dále také „EUR“). Dlouhodobý vývoj kurzu české koruny (dále také „CZK“) k euru je zachycen na Obr. 3.1.

**Obr. 3.1 Vývoj kurzu CZK/EUR v letech 2000-2010 na bázi denních hodnot**



Zdroj: Česká národní banka

<sup>9</sup> Dalšími významnými faktory jsou také velikost podstupovaného rizika vyjádřena např. maximální možnou ztrátou na dané hladině pravděpodobnosti, výše nákladů případného zajištění a v neposlední řadě subjektivní vztah finančního manažera k riziku.

Z Obr. 3.1 jednoznačně vyplývá dlouhodobý trend posilování české koruny, jakožto výsledek změn na nabídkové straně ekonomiky. Zobrazené spojnice maxim a minim jasně vymezují široké flukтуаční pásmo, přičemž CZK vůči EUR ročně posilovala přibližně o 5 %. Trend dlouhodobého posilování byl přerušen kurzovými bublinami v letech 2001 – 2004<sup>10</sup> a 2008 – 2009. Po znehodnocení v únoru 2009 se CZK opět vrátila k trendu svého dlouhodobého posilování vůči EUR.

Výše uvedené informace se vztahují k minulému vývoji měnového kurzu. Nicméně rozhodnutí finančního manažera firmy při volbě efektivní strategie řízení měnových rizik nezávisí primárně na minulém vývoji příslušných měnových kurzů, ale na skutečnosti, nakolik přesně je schopen stanovit budoucí vývoj těchto kurzů.

K predikci měnového kurzu byla vyvinuta řada metod. Jsou jimi mimo jiné modely paritních podmínek, fundamentální analýza, technická analýza, makroekonomická analýza či simulační metoda Monte Carlo. Přes veškerou snahu o jejich neustálé vylepšování neexistuje v současnosti žádná metoda, pomocí které by se dal relativně přesně odhadnout měnový kurz v podrobném časovém horizontu. Z vypsanych metod predikce měnového kurzu se v rámci diplomové práce bude dále pracovat se simulační metodou Monte Carlo.

Pro objasnění základní terminologie predikce volatility a simulace náhodného vývoje měnového kurzu pomocí metody Monte Carlo se vychází z knižních publikací Hull (2003) a Zmeškal a kol. (2004) a dále z článků Bednařík (2009) a Štěrba (2007).

### **3.2.1 Predikce volatility**

V úvodu druhé kapitoly byla nastíněna podstata měnového rizika. Nejběžnějším způsobem, jak se dá toto riziko vyjádřit, je prostřednictvím volatility, tj. směrodatné odchylky, která se určí jako druhá odmocnina z rozptylu.

V rámci měnového rizika je volatilita jev, jehož výskyt je spojen s existencí flexibilních měnových kurzů. Při řízení rizik slouží volatilita jako základní parametr a bere se v úvahu nejen při predikci měnového kurzu, ale dále rovněž při uplatňování metody Value at Risk, optimalizaci portfolia nebo při oceňování opcí.

---

<sup>10</sup> K nafouknutí kurzové bubliny v roce 2002 došlo mimo jiné v důsledku pomalého snížení sazeb České národní banky v době, kdy Evropská centrální banka své sazby výrazně snížila, viz Singer (2009).



Ve finanční praxi se při modelování běžně využíval a dodnes mnohdy využívá koncept historické volatility<sup>11</sup>, kdy se pracuje s homoskedasticitou (konstantní rozptyl v čase). Předpoklad homoskedasticity však často nebývá splněn a následně je proto nutné aplikovat adaptační modely založené na stanovení podmíněné heteroskedasticity (rozptyl má v čase proměnlivý charakter). Mezi tyto modely se řadí obecný lineární model ARCH a jeho modifikace GARCH a EWMA<sup>12</sup>.

Model GARCH představuje zobecnění modelu ARCH. Zobecnění spočívá v tom, že k původnímu modelu byla navíc přidána zpožděná hodnota podmíněného rozptylu. Model GARCH (1;1) pro predikci na jedno období je formulován následovně:

$$\sigma_{t+1,t}^2 = \omega + \alpha \cdot \varepsilon_t^2 + \beta \cdot \sigma_{t,t-1}^2, \quad (3.1)$$

kde  $\sigma_{t+1,t}^2$  je predikovaný rozptyl v čase  $t$  na čas  $t+1$ ,  $\varepsilon_t^2$  je skutečný rozptyl v čase  $t$ ,  $\sigma_{t,t-1}^2$  je predikovaný rozptyl v čase  $t-1$  na čas  $t$ . Proměnné  $\omega$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  jsou odhadované parametry. Zároveň musí být splněny podmínky nezápornosti ( $\omega, \alpha, \beta \geq 0$ ) a dále  $\alpha + \beta < 1$ .

Model EWMA s jedním parametrem je zvláštním případem GARCH (1;1), u něhož  $\omega = 0$ ,  $\alpha = 1 - \lambda$ ,  $\beta = \lambda$ , přičemž parametr  $\lambda$  bývá označován jako tlumicí (decay) faktor a náležící do intervalu  $[0;1]$ . Tlumicí faktor určuje relativní váhy předchozích pozorování. Pokud se  $\lambda = 1$ , jedná se o homoskedasticitu. Čím více se  $\lambda$  blíží k nule, tím více půjde o adaptační proces významně závislý na čase. Model EWMA je definován takto:

$$\sigma_{t+1,t}^2 = (1 - \lambda) \cdot \varepsilon_t^2 + \lambda \cdot \sigma_{t,t-1}^2. \quad (3.2)$$

Odhad parametrů modelu lze uskutečnit pomocí minimalizace kritéria Root Mean Square Error (RMSE)<sup>13</sup> podle:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \sum_t z_t^2}, \quad (3.3)$$

kde  $z_t = \varepsilon_t^2 - \sigma_{t,t-1}^2$  a  $z_t$  je chyba predikce.

<sup>11</sup> U historického přístupu je riziko chápáno jako směrodatná odchylka z historického výběru skutečných výnosů daných aktiv.

<sup>12</sup> ARCH – Autoregressive Conditional Heteroskedasticity; GARCH – Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity; EWMA – Exponential Weighted Moving Average.

<sup>13</sup> Aplikací úlohy matematického programování.

Na rozdíl od modelu GARCH není u modelu EWMA potřeba uchovávat řady historických údajů – každá následující hodnota je vypočtena z hodnot předchozích. Výhodou je také snadný odhad a predikce rozptylu.

Při predikci volatility měnového kurzu se vychází z logaritmických cenových změn neboli spojitých výnosů  $R_t$ , které se vypočtou takto:

$$R_t = \ln \frac{S_t}{S_{t-1}}, \quad (3.4)$$

kde  $S_t$ ,  $S_{t-1}$  jsou hodnoty měnového kurzu v čase  $t$ , resp. v čase  $t - 1$ . Střední hodnota spojitých výnosů  $E(R_t)$  je dána vztahem:

$$E(R_t) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^N R_t, \quad (3.5)$$

kde  $N$  je počet hodnot časové řady spojitých výnosů.

Model EWMA bude mít následně pro měnový kurz tvar:

$$\sigma_{t+1,t}^2 = (1 - \lambda) \cdot R_t^2 + \lambda \cdot \sigma_{t,t-1}^2. \quad (3.6)$$

### 3.2.2 Simulace náhodného vývoje měnového kurzu pomocí metody Monte Carlo

Podstata metody Monte Carlo spočívá v generování velkého počtu (řádově tisíců) scénářů s následným získáním funkce rozdělení pravděpodobnosti vývoje daného finančního aktiva, v tomto případě měnového kurzu. Pro přesnost dosažených výsledků platí přímá úměra, to znamená, že s rostoucím počtem scénářů se simulace zpřesňuje a přibližuje realitě.

Nejen pro měnový kurz, ale i pro jiná finanční aktiva je charakteristický náhodný vývoj v čase, označovaný jako stochastický proces. Tento proces obsahuje trendovou (deterministickou) a reziduální (náhodnou) složku a v zásadě ho lze popsat diskrétně nebo spojitě. U diskrétního stochastického procesu dochází ke změně hodnoty proměnné pouze v pevně stanovených časových okamžicích, kdežto u spojitého stochastického procesu probíhá změna v nekonečně malých intervalech. V návaznosti na to, zda jsou stochastické procesy sledovány v diskrétním nebo spojitém čase, je následně modelována jejich riziková složka. Modelování této složky se obvykle u spojitých stochastických procesů provádí pomocí Wienerova procesu.

Specifický Wienerův proces, jak bývá Wienerův proces někdy označován, je základním prvkem ostatních procesů. Tento proces má nulový trend a je založen na dvou předpokladech. U prvního předpokladu se vychází z Markovova procesu a platí tedy, že budoucí predikované ceny jsou ovlivněny pouze cenou aktuální a nikoliv cenami historickými. Druhým předpokladem jsou v čase nezávislé změny cen finančního aktiva.

Wienerův proces je dán vztahem:

$$\tilde{z}_t - z_0 \equiv dz = \tilde{z} \cdot \sqrt{dt}, \quad (3.7)$$

kde  $\tilde{z}$  je náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení  $N(0;1)$  a  $dz$  je změna náhodné proměnné v čase. Dále platí, že střední hodnota  $E(dz) = 0$ , rozptyl  $\text{var}(dz) = dt$  a z toho směrodatná odchylka  $\sigma(dz) = \sqrt{dt}$ .

Pro výpočet vývoje ceny finančního aktiva v čase za několik intervalů má Wienerův proces tvar:

$$\tilde{z}_T - z_0 \equiv \sum_{i=1}^n \tilde{z}_i \cdot \sqrt{dt}, \quad (3.8)$$

kde  $n = \frac{T}{dt}$ ,  $E(\tilde{z}_T) = 0$ ,  $\text{var}(\tilde{z}_T) = n \cdot dt = T$  a  $\sigma(\tilde{z}_T) = \sqrt{T}$ .

Specifický Wienerův proces obsahuje pouze náhodnou složku. Procesy obsahující navíc i trendovou složku se nazývají Brownovy procesy. Zobecnění dvou zmíněných procesů představuje Itôův proces, který je jedním z obecných typů stochastických procesů a pro proměnnou  $x$  je definován následovně:

$$dx = a(x;t) \cdot dt + b(x;t) \cdot dz, \quad (3.9)$$

kde  $a(\cdot)$  je parametr trendu a  $b(\cdot)$  je směrodatná odchylka změny proměnné.

Speciálním příkladem uvedeného obecného procesu je Brownův aritmetický proces. Ten je známý také jako zobecněný Wienerův proces a je definován takto:

$$dx = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (3.10)$$

kde  $\alpha$  je konstanta a jedná se o průměrný výnos zpravidla za období jednoho roku,  $\sigma$  je také konstanta a uvádí roční směrodatnou odchylku,  $\alpha \cdot dt$  je trendová složka a  $\sigma \cdot dz$  je náhodná složka s využitím Wienerova procesu. U Brownova aritmetického procesu se cena vyvíjí lineárním trendem,  $E(dx) = \alpha \cdot dt$ ,  $E(x_T) = x_0 + \alpha \cdot T$ ,  $\text{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt$ ,  $\text{var}(x_T) = \sigma^2 \cdot T$ .

Aritmetický Brownův pohyb je využitelný spíše pro fyzikální veličiny, a proto se místo něj pro finanční modelování používá Brownův geometrický proces, u něhož má vývoj ceny exponenciální trend, tedy:

$$dx = \alpha \cdot x \cdot dt + \sigma \cdot x \cdot dz. \quad (3.11)$$

Stejně jednoduše jako u předešlého procesu lze stanovit střední hodnotu a rozptyl,  $E(dx) = \alpha \cdot dt$ ,  $E(x_T) = x_0 + x_0 \cdot \alpha \cdot T$ ,  $\text{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt$ ,  $\text{var}(x_T) = x_0 + x_0 \cdot \sigma^2 \cdot T$ .

Neméně významným procesem využívaným při analytickém oceňování opcí či modelování cen akcií a měnového kurzu je Brownův geometrický proces s logaritmickými cenami. Předpokladem je vývoj proměnné  $x$  podle procesu popsaného v (3.11) a dále s využitím Itôovy lemy<sup>14</sup> pro funkci  $G = \ln x$  je možné ukázat, že:

$$dG = d \ln x = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (3.12)$$

přičemž spojitý výnos má tvar  $\alpha = \mu - \frac{\sigma^2}{2}$ , kde  $\mu = \ln \frac{S_T}{S}$  a  $d \ln x$  je přírůstek logaritmu proměnné.

Brownův geometrický proces s logaritmickými cenami lze pro vývoj měnové kurzu  $S$  zapsat následovně:

$$S_t = S_{t-dt} \cdot \exp(\alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz). \quad (3.13)$$

Pro střední hodnotu měnového kurzu a rozptyl měnového kurzu platí, že:

$$E(S_T) = S_0 \cdot \exp(\alpha \cdot T), \quad (3.14)$$

$$\text{var}(S_T) = S_0^2 \cdot \exp(2 \cdot \alpha \cdot T) \cdot [\exp(\sigma^2 \cdot T) - 1]. \quad (3.15)$$

Výpočet hodnot kvantilu na hladině pravděpodobnosti  $\gamma$  z logaritmicko-normálního rozdělení se pro měnový kurz provede dle:

$$S_T^\gamma = S_0 \cdot \exp(\alpha \cdot T + \Phi^{-1}(\gamma) \cdot \sigma \cdot \sqrt{T}). \quad (3.16)$$

---

<sup>14</sup> Analogie Taylorova rozvoje definovaného pro nestochastické procesy.

### 3.3 Vybrané možnosti zajištění měnového rizika

V této podkapitole budou postupně charakterizovány vybrané možnosti zajištění měnového rizika pro případ dlouhé devizové pozice, které budou posléze aplikovány v praktické části diplomové práce. Jedná se o měnový forward, měnovou put opci, bariérové put opce na měnu a opční strategii Risk reversal, přičemž teoretické základy jsou čerpány především z Hulla (2003), Tichého (2006) a interních materiálů Treasury Citibank Europe, plc. Vyjmenované strategie představují pouze průřez z široké škály způsobů zajištění měnového rizika. Při jejich výběru bylo přihlédnuto k záměru, kterým je provést zajištění měnového rizika běžně používanými finančními deriváty.

#### 3.3.1 Měnový forward

Měnový forward je transakce, při které v určitém okamžiku v budoucnosti<sup>15</sup> dochází mezi prodávajícím a kupujícím k výměně stanovené částky v jedné měně za částku v měně jiné. Výměna v rámci tohoto oboustranně závazného obchodu probíhá ze předem definovaných podmínek.

Pevně stanovený je i měnový kurz (forwardový kurz), za který bude v budoucnosti docházet ke směně, čímž je dosaženo nezávislosti na jeho budoucím vývoji a tím pádem i stabilizace cash-flow společnosti. Forwardový kurz se většinou liší od kurzu spotového. Tato odlišnost je dána úrokovým diferenciálem, tedy rozdílem úrokových sazeb měn kontraktu.

Hodnota forwardového kontraktu na měnu pro dlouhou pozici je při respektování principu nemožnosti arbitráže určena pomocí vztahu:

$$f_{t,T} = S_t \cdot e^{-r_f \cdot dt} - X^F \cdot e^{-r_d \cdot dt} \quad (3.17)$$

a pokud se předpokládá nulová hodnota měnového forwardu v době jeho prvotního uvedení, potom pro forwardový kurz platí, že:

$$X^F \equiv f_{0,T} = S_0 \cdot e^{(r_d - r_f) \cdot T}, \quad (3.18)$$

kde  $(r_d - r_f)$  představuje úrokový diferenciál neboli rozdíl mezi domácí bezrizikovou sazbou  $r_d$  a zahraniční bezrizikovou sazbou  $r_f$ .

---

<sup>15</sup> V praxi nejčastěji týden až 1 rok.

K vypořádání měnového forwardu dochází vždy za forwardový kurz, z čehož vyplývá, že tento způsob zajištění zcela eliminuje měnové riziko při negativním vývoji kurzu, ale na druhou stranu neumožňuje participaci na příznivém vývoji na měnovém trhu.

### 3.3.2 Měnová put opce

Pokud se společnost nachází v dlouhé devizové pozici, představuje pro ni měnová put opce zajímavou alternativu k měnovému forwardu. Nákup put opce na měnu dává společnosti právo a nikoliv povinnost prodat smluvený objem zahraniční měny za realizační cenu k předem dohodnutému okamžiku v budoucnosti. Zatímco s uzavřením měnového forwardu nejsou spojeny žádné počáteční náklady, u měnových opcí se za právo volby platí opční prémie.

Měnové opce jsou nejčastěji obchodovány mimoburzovně, ale samozřejmě je i existence burz nabízejících standardizované měnové opce<sup>16</sup>, jako např. Philadelphia Stock Exchange.

Modifikací Black-Scholesova modelu, viz (2.9) a (2.13), je pro oceňování evropských opcí na měnu Garman-Kohlhagenův model. Rozdíl oproti základní verzi je v tom, že se spotový měnový kurz diskontuje zahraniční bezrizikovou sazbou. Cena evropské call opce na měnu je vyjádřena vztahem:

$$c = e^{-r_f \cdot dt} \cdot S_0 \cdot N(d_1) - e^{-r_d \cdot dt} \cdot X \cdot N(d_2), \quad (3.19)$$

přítom

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r_d - r_f \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot dt}{\sigma \cdot \sqrt{dt}} \quad (3.20)$$

a  $d_2$  se vypočte dle (2.11).

Aplikací put-call parity lze cenu evropské put opce na měnu zapsat takto:

$$p = e^{-r_d \cdot dt} \cdot X \cdot N(-d_2) - e^{-r_f \cdot dt} \cdot S_0 \cdot N(-d_1). \quad (3.21)$$

Zajištění měnového rizika nákupem put opcí je vhodné v případech, kdy se předpokládá posilování zahraniční měny, protože dochází k eliminaci měnového rizika při negativním

<sup>16</sup> Jak uvádí Ambrož (2002, s. 141), „měnové opce se začaly obchodovat jako standardizované kontrakty v roce 1982“.

vývoji kurzu a zároveň toto zajištění umožňuje nelimitovanou participaci na pozitivním vývoji kurzu.

### 3.3.3 Bariérové put opce na měnu

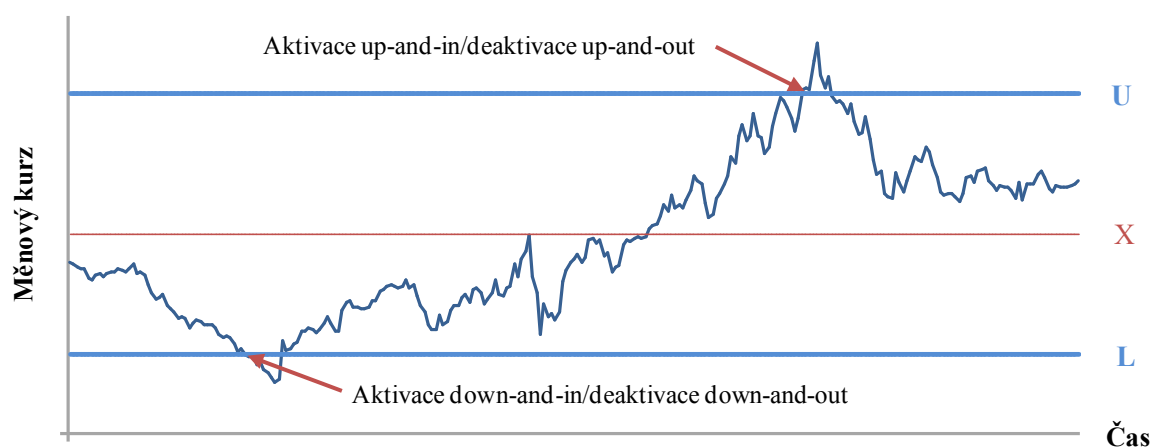
Jak již bylo uvedeno v předešlé kapitole, bariérové opce se řadí mezi path dependent opce. Jde se o specifický typ exotických opcí, u nichž je výplatní funkce závislá na úrovni podkladového aktiva, nyní konkrétně měnového kurzu, v době zralosti a zároveň na vývoji tohoto aktiva po dobu životnosti. Vývoj měnového kurzu během životnosti opce má vliv na skutečnost, zda bude opce v době zralosti aktivní (uplatitelná) či neaktivní (neuplatitelná). Aktivní bariérová opce má stejné vlastnosti jako jednoduchá evropská opce.

Bariérové opce lze rozlišit na knock-in a knock-out. Opce typu **knock-in** jsou při prvotním uvedení bezcenné (neaktivní) a k jejich aktivaci dochází jen tehdy, pokud měnový kurz dosáhne během životnosti opce stanoveného bariérového kurzu. Na opačném principu jsou založeny opce typu **knock-out** – na počátku jsou aktivní a k jejich zrušení dochází v okamžiku prolomení bariéry.

V závislosti na tom, zda je dosaženo bariéry zdola anebo shora, se dále dají bariérové opce členit na **up-and-in(out)** opce a **down-and-in(out)** opce, s čímž souvisí existence horní a dolní bariéry. Zatímco u jednoduchých bariérových opcí existuje po celou dobu životnosti jen jedna konstantní bariéra, u složitých bariérových opcí může být bariér více a navíc se tyto bariéry mohou během životnosti měnit či posouvat.

Graficky je dosažení dolní  $L$ , resp. horní  $U$  bariéry zobrazeno na Obr. 3.2.

**Obr. 3.2 Bariérové opce – dosažení bariéry**



Zdroj: vlastní zpracování

Vztah hodnoty měnového kurzu vůči bariéře může být sledován spojitě nebo v diskrétních okamžicích<sup>17</sup>. Opce se spojitě sledovanou bariérou se stane neaktivní právě v okamžiku dosažení bariéry, a tedy měnový kurz se bude rovnat kurzu bariérovému. Pokud je však bariéra sledována diskrétně, tj. denně, týdně, případně měsíčně, je velmi nepravděpodobné, že by se spotový kurz v okamžiku deaktivace opce rovnal kurzu bariérovému.

Hlavní předností bariérových opcí ve srovnání s klasickými jednoduchými opcemi je jejich nižší cena. Z důvodu velkého rozsahu je ocenění bariérových put opcí na měnu obsaženo v příloze č. 1.

Výplatní funkce neboli vnitřní hodnota bariérové put opce typu knock-in má následující tvar:

$$VH_{put}^{knock-in} = VH_{put} \text{ pokud } I_A = 1 \text{ jinak } VH_{put}^{knock-in} = 0 \quad (3.22)$$

a pro vnitřní hodnotu opce typu knock-out platí, že:

$$VH_{put}^{knock-out} = 0 \text{ pokud } I_A = 1 \text{ jinak } VH_{put}^{knock-out} = VH_{put}, \quad (3.23)$$

kde  $A = \{M_T^S \geq U\}$  resp.  $A = \{M_T^S \leq L\}$  a  $I_A$  je indikátor, jehož hodnota je jedna, pokud bylo dosaženo bariérového kurzu. Tento indikátor lze rozepsat následovně:

$$I_A = \begin{cases} 1 & \text{pokud } M_T^S \geq U, \text{ resp. } M_T^S \leq L \\ 0 & \text{pokud } M_T^S < U, \text{ resp. } M_T^S > L \end{cases} \quad (3.24)$$

přičemž  $M_T^S$  slouží ke kontrole vztahu hodnoty měnového kurzu vůči bariéře během životnosti opce, tedy:

$$M_T^S = \max_t S_t \text{ pro } U, \quad (3.25)$$

$$M_T^S = \min_t S_t \text{ pro } L. \quad (3.26)$$

### 3.3.4 Opční strategie Risk reversal

Strategie Risk reversal představuje jednu z mnoha existujících opčních strategií. Její podstatou je souběžný nákup put opce a prodej call opce. Oba typy opcí mají stejné podkladové aktivum (měnový kurz), stejnou dobu do zralosti, ale liší se nastavenou úrovní realizačních cen.

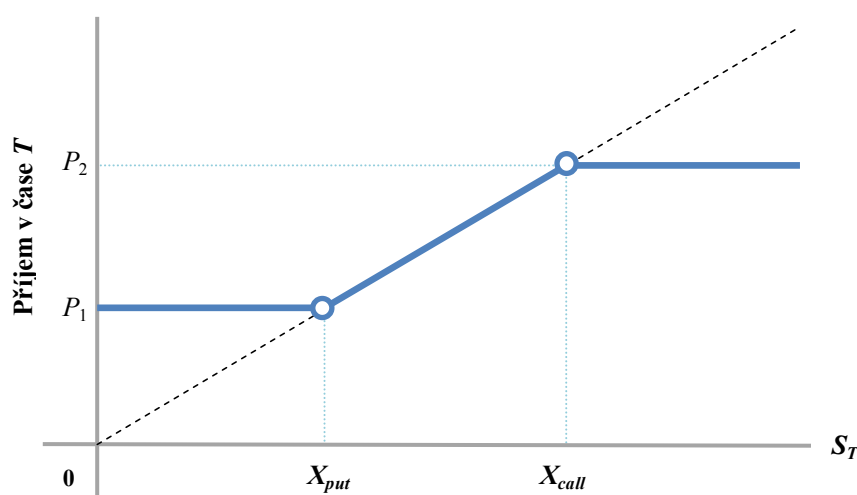
<sup>17</sup> V souvislosti s měnovými kurzy se v praxi upřednostňuje spojitě sledovaná bariéra.



Vhodným nastavením realizačních cen jednotlivých opcí, resp. i částek, na něž jsou vystaveny, lze dosáhnout zajištění s definovaným rozsahem a s nulovými počátečními náklady. Základní cílem sestavení strategie s nulovými počátečními náklady je, aby se výše premií prodané a koupené opce rovnaly.

Předpokladem smysluplnosti této strategie je nastavení realizační ceny put opce  $X_{put}$  na nižší úrovni než je stanovena realizační cena call opce  $X_{call}$ . Úrovně realizačních cen ve vztahu ke spotovému kurzu v době zralosti opcí a dále příjem v čase  $T$  jsou názorně uvedeny na Obr. 3.3.

**Obr. 3.3 Opční strategie Risk reversal**



Zdroj: vlastní zpracování

Je patrné, že z pohledu zajišťovatele mohou v době zralosti opcí nastat tři situace:

- $S_T < X_{put}$  – zajišťovatel uplatní put opci, prodává protistraně zahraniční měnu za kurz na úrovni realizační ceny  $X_{put}$  a dosahuje příjmu o velikosti  $P_1$ ,
- $S_T \in (X_{put}, X_{call})$  – ani jedna opce nebude uplatněna, zajišťovatel prodává zahraniční měnu za aktuální tržní kurz a dosahuje příjmu v rozmezí  $P_1$  až  $P_2$ ,
- $S_T > X_{call}$  – protistrana uplatní call opci, zajišťovatel jí je povinen prodat zahraniční měnu za kurz na úrovni realizační ceny  $X_{call}$  a dosahuje příjmu o velikosti  $P_2$ .

S ohledem na vymezené poznatky je jasné, že konstrukce této strategie zcela zajišťuje měnové riziko při negativním vývoji kurzu a zároveň umožňuje limitovanou participaci na pozitivním vývoji kurzu až po úroveň realizační ceny  $X_{call}$ .

## 4 Aplikace a zhodnocení zvolených metod

V této kapitole budou v praktické podobě aplikována teoretická východiska z předešlých kapitol. Zajištění bude provedeno z pohledu spediční společnosti NH-TRANS, SE, která kvůli svým zahraničním obchodním aktivitám podstupuje měnové riziko.

Na počátku kapitoly budou uvedeny základní údaje o společnosti NH-TRANS, SE, včetně informací vztahujících se k řízení měnového rizika společnosti. Následně budou definovány vstupní údaje a stručně představeny zvolené zajišťovací strategie. Poté již bude provedena predikce volatility měnového kurzu pomocí modelu EWMA a posléze také simulace měnového kurzu CZK/EUR. Další část kapitoly bude obsahovat aplikaci zvolených strategií a grafické zobrazení jejich výsledných efektů. Na závěr budou dosažené výsledky strategií porovnány podle rozdílných kritérií a hledisek a budou z nich vybrány tři nejvhodnější varianty. Veškeré výpočty budou vycházet z reálných dat platných ke dni 31. 12. 2010. Jakýkoliv další vývoj jejich hodnot je považován za irelevantní.

### 4.1 Základní údaje o společnosti NH-TRANS, SE

#### Profil a historie společnosti

Obchodní jméno:	NH – TRANS, SE
Sídlo:	Poděbradova 28, Ostrava 1, 702 00
Právní forma:	evropská společnost
Identifikační číslo:	476 79 155
Datum založení:	31. 8. 1992
Základní kapitál:	50 000 000,- Kč

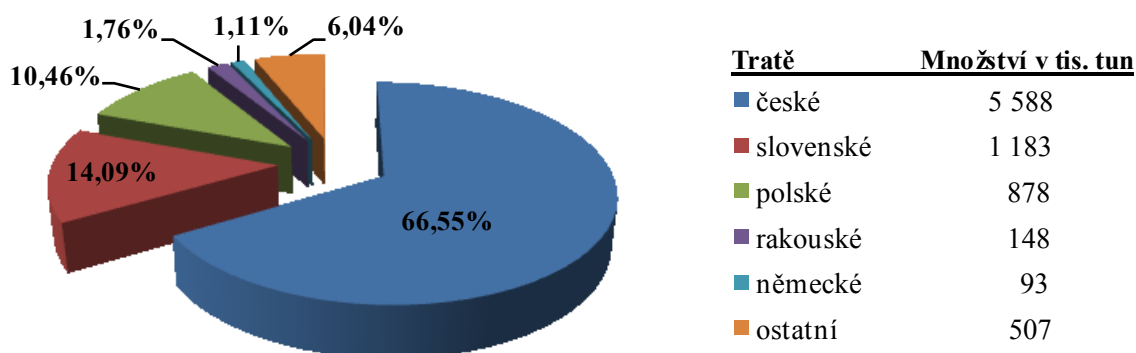
Hlavním předmětem podnikání společnosti NH – TRANS, SE je vnitrostátní a mezinárodní zasilatelství. Společnost byla založena v roce 1992 jako společnost s ručením omezeným se sídlem v Ostravě. V roce 2004 proběhla její transformace na akciovou společnost. O tři roky později, tj. v roce 2007, došlo na základě rozhodnutí valné hromady ke sloučení společnosti NH – TRANS, a.s. a STRAIGHTED ENTERPRISES PLC, která zanikla bez likvidace s právním nástupcem. Nástupnická společnost NH –TRANS získala uskutečněním fúze formu evropské společnosti.

Majetkové podíly má společnost NH – TRANS, SE v tuzemských společnostech NH – TRANS Travel Agency, s.r.o a Ostravská dopravní společnost, a.s. a dále v zahraničních společnostech NH – TRANS Sp. z o.o. a VIATOR VEKTOR TIR, d.o.o.

Do oblasti podnikání společnosti se řadí především železniční, silniční, námořní a říční přeprava a celní služby. Za dobu svého osmnáctiletého působení přepravila společnost přes 135 miliónů tun zboží a svou činnost v oblasti přeprav v minulosti i v současné době zaměřuje především na velké hutní podniky v Moravskoslezském kraji. Významnými obchodními partnery jsou EVRAZ VÍTKOVICE STEEL, a.s., ArcelorMittal Ostrava, a.s., DEZA, a.s, nebo PKP CARGO S.A.

Mezi nejčastější destinace železniční přepravy společnosti patří hlavně státy střední Evropy. Přehled přepraveného množství zboží podle území v tisících tun za rok 2010 je znázorněn na Obr. 4.1. Na uvedených tratích společnost přepravuje zejména železnou rudu, strusku, železo a hutní materiál, paliva, uhlí, koks a smolu.

**Obr. 4.1 Přepravené množství zboží podle území**



Zdroj: interní materiály společnosti NH – TRANS, SE

Dále je zobrazen přehled tržeb za prodej výrobků a služeb a také výsledků hospodaření za účetní období v minulých letech, viz Tab. 4.1.

**Tab. 4.1 Tržby za prodej výrobků a služeb a výsledky hospodaření (v tis. Kč)**

Položka/Rok	2007	2008	2009	2010
<b>Tržby</b>	2 690 623	3 307 929	1 708 123	1 875 498
<b>VH za účetní období</b>	69 007	85 122	72 397	74 169

Zdroj: interní materiály společnosti NH – TRANS, SE

Po řadě úspěšných roků ve znamení trvalého hospodářského růstu, kdy docházelo k neustálému zvyšování dosažených výsledků hospodaření společnosti, lze z pohledu tržeb

hodnotit poslední dva roky jako krizové. Znatelný propad tržeb odrážel výrazná omezení výrobních kapacit tuzemských i zahraničních obchodních partnerů společnosti. Konfrontace s takovýmto vývojem tržní situace nebyla pro společnost jednoduchá, přesto se díky úsporným opatřením povedlo dosáhnout vysokých výsledků hospodaření.

Za své spediční služby inkasuje společnost zhruba 55 % tržeb v eurech, 40 % v českých korunách a zbylých 5 % tržeb je inkasováno v americkém dolaru a polském zlotém. Výkonová spotřeba v eurech tvoří přibližně 93 % inkasovaných tržeb v eurech. Zbylých 7 % tvoří příjem společnosti, tedy přebytek eur, který je zatížen volatilitou měnového kurzu CZK/EUR. Poměrně vysoká výkonová spotřeba v eurech vzhledem k tržbám je způsobena především vyššími tarify na zahraničních železničních tratích a vlivem konkurenčních tlaků.

Společnost byla v minulosti zcela jasně vystavována možnosti vzniku ztráty z titulu měnového rizika, ale i přes tuto skutečnost nedošlo v posledních dvou letech k využití zajištění. Důvodem byl poměrně nestabilní a těžce předvídatelný vývoj měnového kurzu CZK/EUR.

Do roku 2008 bylo měnové riziko společnosti zajišťováno prostřednictvím derivátových produktů Citibank, u které má společnost vedený účet v EUR. Před uzavřením derivátového kontraktu kontaktoval finanční manažer banku a posléze od ní obdržel indikativní nabídku na zajištění předmětného objemu měny. Z nabízených zajišťovacích instrumentů společnost nejčastěji využívala beznákladové opční strategie, přičemž částky pro zajištění se běžně pohybovaly v rozmezí 200 tis. – 400 tis. EUR.

## **4.2 Vstupní údaje pro aplikaci zajištění**

Společnost se nachází v dlouhé devizové pozici, a proto pro ni měnové riziko znamená možnost vzniku ztráty v důsledku posilování koruny vůči euru. V případě, že během roku bude koruna posilovat a společnost nebude nijak zajištěna, promítne se to ve snížení jejího hospodářského výsledku. Ještě závažnější je skutečnost, že dojde ke snížení cash-flow, a tudíž i likvidity společnosti. Z těchto důvodů je žádoucí, aby bylo měnové riziko, vyplývající z volatility měnového kurzu CZK/EUR, eliminováno a bylo dosaženo stabilizace cash-flow společnosti.

Pro příští rok je dle společnosti očekáváno zvýšení výkonů ve výrobních a zpracovatelských odvětvích, což znamená zvýšenou poptávku po spedičních službách. Z tohoto důvodu je na příští rok plánovaný přebytek přibližně ve výši 3 mil. EUR. Kvůli

možným výkyvům v plánovaných objemech přeprav během roku bude tato plánovaná částka zajištěna na úrovni 75 %, tj. 2,4 mil. EUR. Pro účely aplikace zajišťovacích strategií je stanovená roční částka rovnoměrně rozdělena na dvanáct měsíčních částek. Jedná se tak o směnu 200 000 EUR měsíčně.

Pro zajištění měnového rizika ve společnosti NH-TRANS, SE jsou zvoleny níže uvedené strategie.

### **Pasivní strategie**

U pasivní strategie neboli nekryté pozice se společnost během celého roku nijak nezajišťuje a na konci jednotlivých měsíců realizuje prodej cizí měny za aktuální měnový kurz na spotovém trhu.

### **Forward – měsíční zajištění**

Společnost na začátku každého měsíce, tj. v časech  $t = (0, 1/12, 2/12, \dots, 11/12)$  uzavře forwardové kontrakty s dobou do zralosti jeden měsíc a v době jejich zralosti realizuje prodej cizí měny za předem dohodnutou realizační cenu.

### **Forward – roční zajištění**

V tomto případě se společnost zajistí na celý rok dopředu a v čase  $t = 0$  uzavře 12 forwardových kontraktů, každý s dobou do zralosti od 1 po 12 měsíců.

### **Put opce**

V rámci této strategie nakoupí společnost v čase  $t = 0$  potřebné množství put opcí na celý rok dopředu, přičemž doby do zralosti jsou stanoveny obdobně jako u předcházejícího forwardu v rozmezí od 1 do 12 měsíců.

### **Bariérové put opce**

Stejně jako v předešlém případě se společnost zajistí proti měnovému riziku nákupem potřebného množství bariérových put opcí v čase  $t = 0$  na celý rok dopředu.

### **Opční strategie Risk reversal**

Praktická zkušenost ukazuje, že zejména exportéři chtějí mít zajištění pokud možno beznákladové, a proto je poslední variantou opční strategie Risk reversal. V čase  $t = 0$  nakoupí společnost put opce a zároveň prodá call opce. Oba typy opcí mají se stejnou dobou

do zralosti, stejné podkladové aktivum (kurz CZK/EUR), znějí na stejný objem, avšak liší se realizační cenou.

Výsledné efekty zvolených zajišťovacích strategií v čase  $TT = 1$  budou graficky znázorněny na základě rozdělení pravděpodobnosti 10 000 náhodných scénářů.

### 4.3 Predikce volatility měnového kurzu CZK/EUR

Vstupní údaje pro predikci volatility jsou získány ze stránek České národní banky. Jedná se o historickou časovou řadu měnového kurzu CZK/EUR na bázi měsíčních hodnot za období 31. 1. 2002<sup>18</sup> až 31. 12. 2010. Aby bylo dosaženo přesnější predikce volatility, nejsou použity průměrné měsíční hodnoty měnového kurzu, ale hodnoty platné ke konci každého měsíce. Tímto způsobem dochází k lepšímu zohlednění náhodných výkyvů. Historický vývoj měnového kurzu CZK/EUR za stanovené období je graficky zobrazen na Obr. 4.2 a hodnoty tohoto kurzu jsou obsaženy v příloze č. 2.

**Obr. 4.2 Historický vývoj měsíčních hodnot měnového kurzu CZK/EUR**



Zdroj: Česká národní banka

Predikce volatility je provedena pomocí modelu EWMA. Prvním krokem je výpočet spojitých výnosů z historické časové řady měnového kurzu dle (3.4). Střední hodnota těchto výnosů stanovená pomocí vztahu (3.5) není nulová,  $E(R_t) = -0,00226$ , a tudíž je nutná jejich následná úprava. Ta spočívá v odečtení střední hodnoty od jednotlivých spojitých výnosů. Tím je dosaženo žádoucí nulové střední hodnoty. Predikovaný rozptyl v čase  $t$  na čas  $t + 1$  ( $\sigma_{t+1,t}^2$ ) se následně určí podle (3.6), kde druhá mocnina spojitých výnosů představuje skutečný rozptyl.

<sup>18</sup> Od ledna roku 2002 bylo euro ve státech eurozóny zavedeno ve valutové podobě.

K propočtu parametrů modelu EWMA je využit optimalizační nástroj *Řešitel*, který je součástí programu Microsoft Office Excel (dále i „MS Excel“). Účelovou funkcí je zde minimalizace kritéria RMSE dle (3.3) a omezující podmínka je nastavena tak, aby se parametr  $\lambda$  pohyboval v intervalu  $[0;1]$ . Výsledné hodnoty, včetně hodnot měsíční a roční volatility ( $\sigma_{t+1,t}$ ) jsou zobrazeny v Tab. 4.2. Z konstantních hodnot uvedených v této tabulce se dále vychází při simulaci vývoje měnového kurzu CZK/EUR a při oceňování měnových derivátů.

**Tab. 4.2 Výsledné hodnoty predikce volatility**

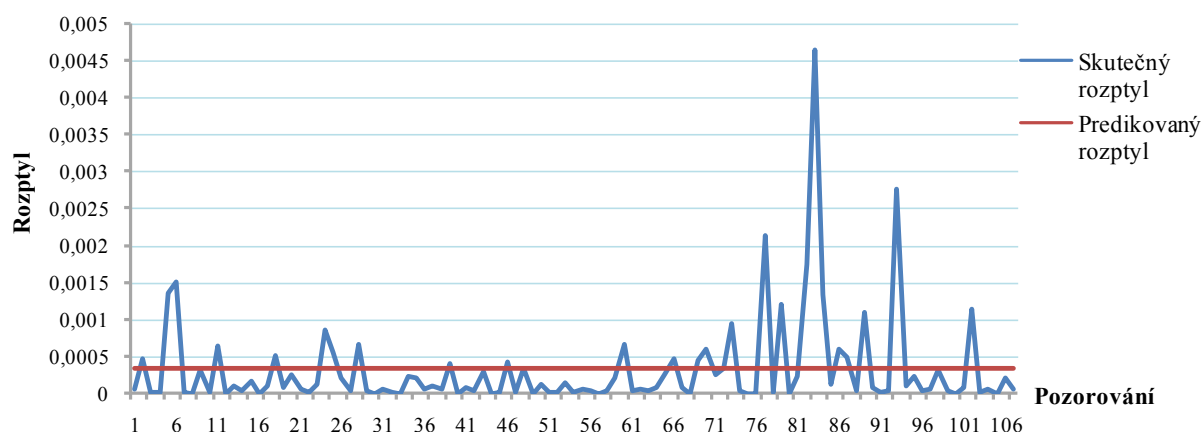
Výsledné hodnoty				
$\lambda$	ÚF (min. RMSE)	Měsíční $\sigma_{t+1,t}^2$	Měsíční $\sigma_{t+1,t}$	Roční $\sigma_{t+1,t}$
1	0,000629552	0,000328693	0,018129896	0,062803802

Zdroj: vlastní zpracování

Parametr  $\lambda$  je roven jedné a jde tedy o homoskedasticitu. To značí, že predikovaná volatilita na následujícím období není ovlivněna předchozí dosaženou skutečností (skutečným rozptylem) a nejedná se tedy o adaptační proces. V tomto případě by byl vykázán stejný výsledek predikované volatility rovněž při použití historického přístupu.

Z následujícího Obr. 4.3 je patrný vývoj skutečného a predikovaného rozptylu měnového kurzu CZK/EUR.

**Obr. 4.3 Vývoj skutečného a predikovaného rozptylu dle modelu EWMA**



Zdroj: vlastní zpracování

## 4.4 Simulace vývoje měnového kurzu CZK/EUR

Pro simulaci vývoje měnového kurzu CZK/EUR na rok 2011 jsou aplikovány simulace Monte Carlo a geometrický Brownův proces s logaritmickými cenami. Simulace je

provedena pro 10 000 scénářů, přičemž se vychází z náhodných čísel z normovaného normálního rozdělení  $N(0;1)$ .

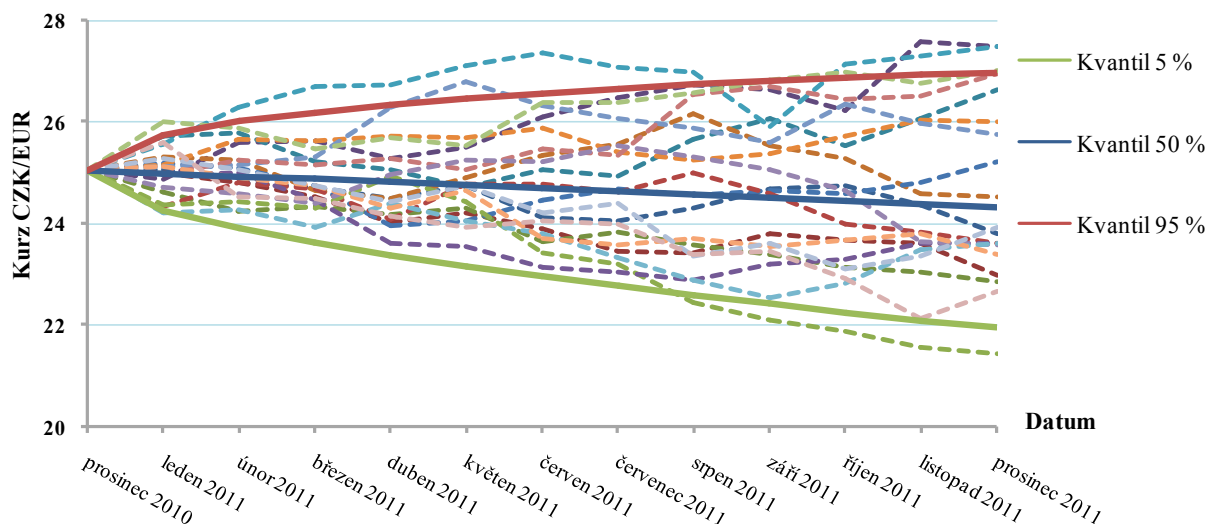
Nejdříve je využito programu MS Excel, přesněji jeho modulu *Generátor pseudonáhodných čísel*, pomocí něhož jsou vygenerovány náhodné veličiny z výše uvedeného rozdělení pravděpodobnosti pro 10 000 scénářů. Přitom je nastaveno, aby každý scénář představoval 12 náhodných za sebou jdoucích kroků reprezentujících jednotlivé měsíce. Hodnoty predikce měnového kurzu CZK/EUR je možné posléze stanovit dle (3.13).

Vstupní údaje pro výpočet simulace jsou:

- počáteční kurz  $S_0 = 25,06$ ,
- měsíční směrodatná odchylka  $\sigma = 0,018129896$ ,
- měsíční střední hodnota  $\mu = -0,002261307$ ,
- délka jednoho kroku  $\Delta t = 1$ ,
- počet kroků simulace  $N = 12$ .

Na Obr. 4.4 lze pozorovat simulovaný vývoj měnového kurzu CZK/EUR v roce 2011. Z důvodu lepší přehlednosti je zachyceno pouze 20 vybraných scénářů.

**Obr. 4.4 Simulovaný vývoj měnového kurzu CZK/EUR v roce 2011**



Zdroj: vlastní zpracování

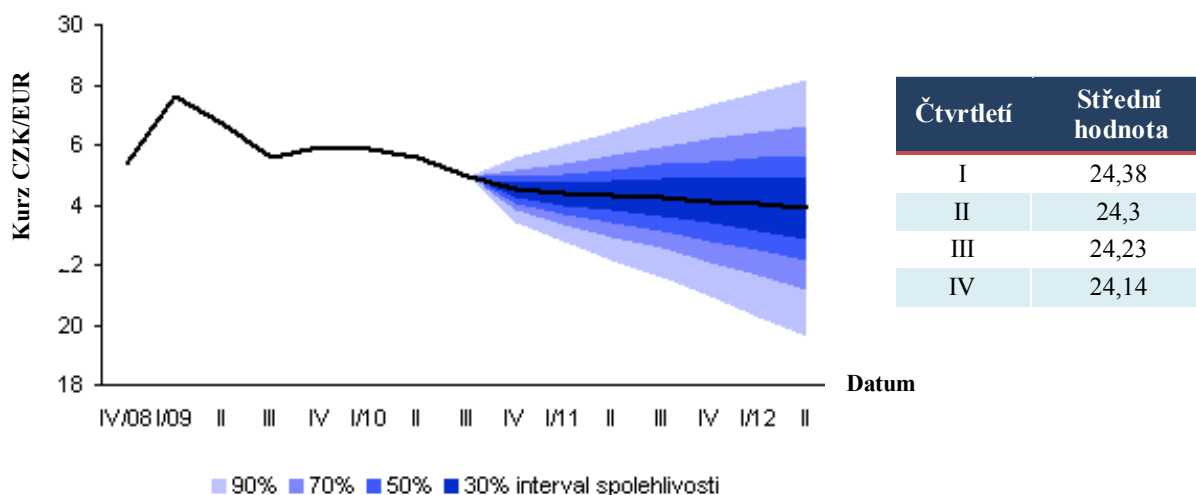
Dále jsou na Obr. 4.4 znázorněny 5 a 95 % kvantily vypočtené podle (3.16). Tyto kvantily určují rozmezí, ve kterém by se měla pohybovat většina, tj. 90 % scénářů simulovaného měnového kurzu. Vývoj střední hodnoty kopíruje vývoj 50 % kvantilu a je



možné sledovat klesající trend, kdy střední hodnota klesla z počátečního stavu 25,06 CZK/EUR k 31. 12. 2010 až na 24,34 CZK/EUR k 31. 12. 2011.

Pro srovnání je graficky zachycena prognóza České národní banky zveřejněná 4. 11. 2010, viz Obr. 4.5. Součástí tohoto obrázku jsou rovněž předpokládané čtvrtletní střední hodnoty měnového kurzu CZK/EUR pro rok 2011.

**Obr. 4.5 Prognóza měnového kurzu podle České národní banky**



Zdroj: Česká národní banka

Na rozdíl od simulace Monte Carlo predikuje Česká národní banka vyšší tempo posilování české koruny. Obecně je možné říct, že použití bankovních predikcí je vhodnější z krátkodobého hlediska, jelikož tyto predikce zohledňují současné dění na finančních trzích. Při predikci na delší období, např. roční jako v případě řešeného problému, je možné výsledky simulace Monte Carlo považovat za důvěryhodnější, a proto se při aplikaci zajišťovacích strategií vychází z hodnot získaných touto simulací.

Na závěr této podkapitoly je vhodné uvést, že k predikci měnového kurzu mohly být rovněž použity metody založené na ekonomické teorii. Nicméně v současnosti neexistuje jednoznačný empirický důkaz, že tyto metody mají lepší predikční schopnost.

## 4.5 Aplikace zvolených zajišťovacích strategií

Tato podkapitola je věnována aplikaci zvolených strategií pro zajištění měnového rizika ve společnosti NH-TRANS, SE. Až na výjimku, kterou tvoří pasivní strategie, jsou vždy definována potřebná vstupní data, po nichž následuje ocenění předmětných měnových derivátů. Bezrizikové sazby potřebné pro ocenění měnových derivátů jsou stanoveny

na úrovni jednorocní sazby PRIBOR<sup>19</sup> a jednorocní sazby EURIBOR<sup>20</sup>. Dále je uveden vztah pro výpočet měsíčního efektu v čase  $T = (1/12, 2/12, \dots, 12/12)$ . Měsíční efekt představuje objem příjmů společnosti v CZK získaných směnou částky 200 000 EUR při aplikaci jednotlivých strategií. V závěru je graficky zobrazeno rozdělení pravděpodobnosti výsledného efektu k 31. 12. 2011, přičemž výsledný efekt je dán součtem dvanácti měsíčních efektů a při jeho stanovení je zohledněn faktor času, tedy:

$$\text{výsledný efekt}_{TT} = \sum_T^{TT} \text{efekt}_T \cdot e^{r_d(TT-T)}, \quad \text{pro } T = 1/12, 2/12, \dots, TT, \quad (4.1)$$

kde čas  $TT = 12/12$  neboli jedna a jedná se o konec roku, čas  $T$  značí dobu, kdy dochází ke směně a pro využití finanční deriváty tento čas udává okamžik jejich zralosti,  $r_d$  je domácí bezriziková sazba a  $e^{r_d(TT-T)}$  představuje parametr pro spojitě úročení.

#### 4.5.1 Pasivní strategie

Pasivní strategie je pro společnost vhodná v případech, kdy je zřejmé oslabování české koruny vůči euru, protože lze participovat na pozitivním vývoji kurzu. Na druhou stranu však měnové riziko není zajištěno při negativním vývoji kurzu. Pokud se společnost rozhodne, že měnové riziko nebude eliminovat a každý měsíc smění částku 200 000 EUR za spotový kurz platný v daném okamžiku, je efekt z této strategie pro každý měsíc vyjádřen takto:

$$\text{efekt}_T = Q \cdot S_T, \quad (4.2)$$

kde  $Q$  představuje měsíční částku určenou ke směně, tedy 200 000 EUR a  $S_T$  je aktuální kurz platný v čase směny  $T$ , stanovený pomocí simulace Monte Carlo.

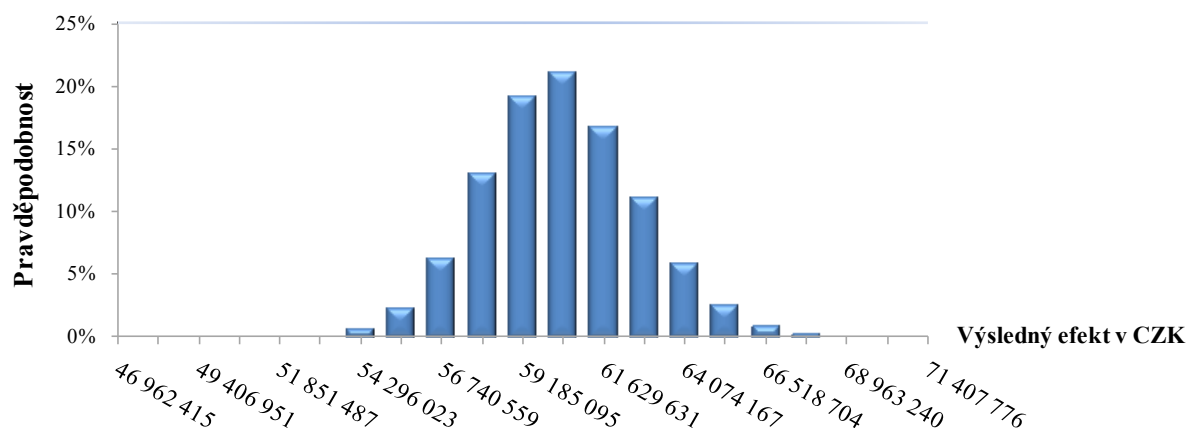
Výsledný efekt je určen pomocí vzorce (4.1). Jak již bylo objasněno výše, v tomto vzorci se pracuje s domácí bezrizikovou sazbou, jejíž hodnota je  $r_d = 1,80 \%$ .

Rozdělení pravděpodobnosti výsledného efektu z pasivní strategie je zobrazeno na Obr. 4.6 na následující straně.

<sup>19</sup> Prague InterBank Offered Rate – úrokovou sazbu, za kterou si banky navzájem poskytují úvěry na českém mezibankovním trhu.

<sup>20</sup> The Euro Interbank Offered Rate – úroková sazba, za kterou si banky navzájem poskytují úvěry na evropském mezibankovním trhu.

**Obr. 4.6 Rozdělení pravděpodobnosti pro pasivní strategii**



Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.5.2 Forward – měsíční zajištění

Pokud se společnost obává posilování koruny, ale zároveň nechce zajišťovat své příjmy v zahraniční měně na celý rok dopředu, může zvolit finanční derivát typu forward s dobou do zralosti 1 měsíc, přičemž k uzavírání forwardových kontraktů bude docházet postupně v měsíčních intervalech. Vstupní data pro ocenění měnového forwardu jsou:

- počáteční kurz  $S_0 = 25,06$  CZK/EUR, poté se spotový kurz každý měsíc mění podle simulovaných hodnot,
- domácí bezriziková sazba  $r_d = 1,80$  %,
- zahraniční bezriziková sazba  $r_f = 1,507$  %,
- doba do zralosti  $dt = 1$  měsíc ( $1/12$ ).

Forwardový kurz  $X^F$  se stanoví pro každý měsíc zvlášť dle (3.18). Pro získání forwardového kurzu platného pro první měsíc se v čase  $t = 0$  dosadí do vzorce počáteční kurz  $S_0$ . V dalších měsících se pak pracuje s nasimulovanými spotovými kurzy.

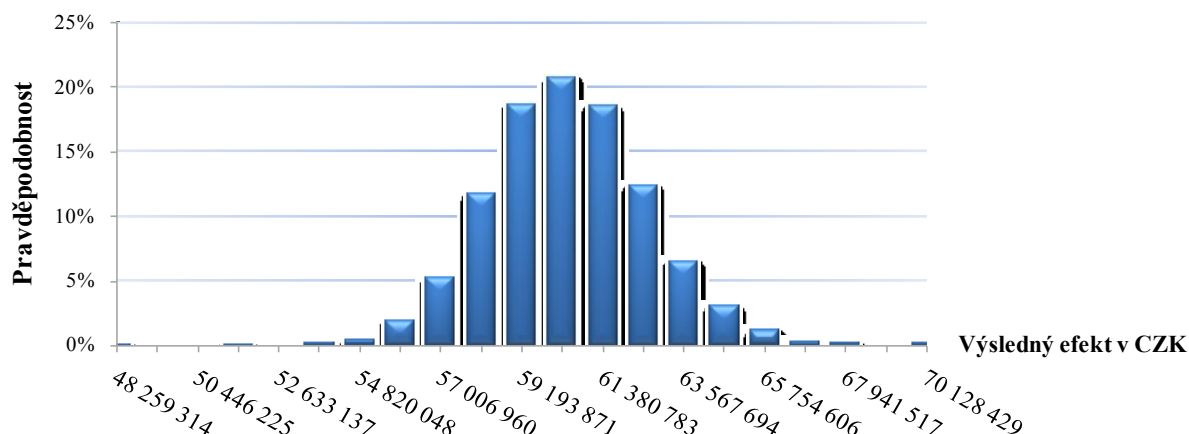
Společnosti z této strategie vyplývá povinnost měsíčně prodat dohodnutý objem cizí měny za forwardový kurz. Efekt ze strategie pro každý měsíc vyjádřen vztahem:

$$efekt_T = Q \cdot X_T^F, \quad (4.3)$$

kde  $X_T^F$  je forwardový kurz měsíčního kontraktu platný pro čas  $T$ .

Výsledný efekt pro forward s měsíční dobou do splatnosti se vypočte podle (4.1) a jeho rozdělení pravděpodobnosti lze nalézt na Obr. 4.7.

**Obr. 4.7 Rozdělení pravděpodobnosti pro forward – měsíční zajištění**



Zdroj: vlastní zpracování

### 4.5.3 Forward – roční zajištění

Další možnost zajištění měnového rizika představuje opět forwardový kontrakt. Oproti předchozímu typu však dochází ke změně v termínech uzavření kontraktů, jelikož společnost nakoupí forwardové kontrakty s dobou do zralosti od 1 po 12 měsíců na celý rok dopředu v čase  $t = 0$ . Vstupní data pro ocenění měnového forwardu jsou následující:

- počáteční kurz  $S_0 = 25,06$  CZK/EUR,
- domácí bezriziková sazba  $r_d = 1,80$  %,
- zahraniční bezriziková sazba  $r_f = 1,507$  %,
- doba do zralosti  $dt = 1$  měsíc ( $1/12$ ) ... 12 měsíců ( $12/12$ ).

Forwardový kurz pro každý měsíc se vypočte dle (3.18). Spotová sazba zůstává pro všech 12 forwardů na úrovni  $S_0$  a jedinou měnící se proměnnou je doba do zralosti. Tab. 4.3 obsahuje přehled vypočtených forwardových kurzů.

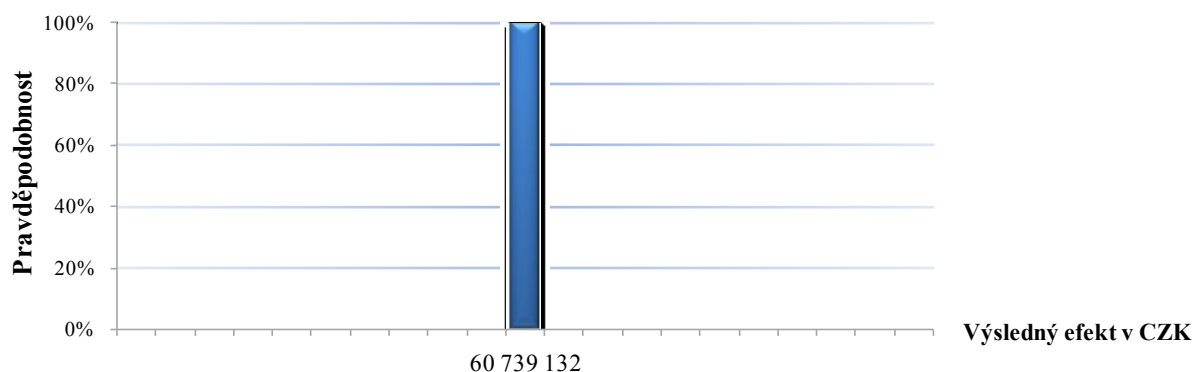
**Tab. 4.3 Forwardové kurzy pro různé doby do zralosti**

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forwardový kurz	25,07	25,07	25,08	25,08	25,09	25,10	25,10	25,11	25,12	25,12	25,13	25,13

Zdroj: vlastní zpracování

Měsíční efekt a současně i výsledný efekt pro forward s delší dobou do zralosti se určí stejným způsobem jako v předcházejícím případě podle (4.3) a (4.1). Výsledný efekt při využití forwardu s delší dobou do zralosti, nabývá pouze jedné hodnoty, což je zřejmé z podstaty tohoto způsobu zajištění. Rozdělení pravděpodobnosti má tak specifický tvar, viz Obr. 4.8.

**Obr. 4.8 Rozdělení pravděpodobnosti pro forward – roční zajištění**



Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.5.4 Put opce

Společnost se nákupem jednoduché měnové put opce zajistí proti posilování koruny a současně má možnost realizovat zisk při jejím oslabování. S nákupem put opce jsou spojeny počáteční výdeje ve výši opční prémie neboli ceny opce, které společnost musí zaplatit protistraně. Vstupní data pro ocenění měnové put opce jsou:

- počáteční kurz v čase  $S_0 = 25,06 \text{ CZK/EUR}$ ,
- realizační cena  $X = 25,07 \text{ CZK/EUR}^{21}$ ,
- domácí bezriziková sazba  $r_d = 1,80 \%$ ,
- zahraniční bezriziková sazba  $r_f = 1,507 \%$ ,
- roční směrodatná odchylka  $\sigma = 0,062804$ ,
- doba do zralosti  $dt = 1 \text{ měsíc } (1/12) \dots 12 \text{ měsíců } (12/12)$ .

Pro názornost je v čase  $t = 0$  podle vztahu (3.21) určena cena měnové put opce  $p_{dt}^{\text{CZK}}$  v CZK s dobou do zralosti  $dt$  1 měsíc. Aby bylo možné cenu určit, je nutné dopočítat hodnoty  $d_1$  a  $d_2$  dle (3.20) a (2.11). Po dosazení se  $d_1 = 0,000527$  a  $d_2 = -0,017603$ . Hodnoty

<sup>21</sup> Nastaveno na úrovni forwardové ceny pro kontrakt s dobou do zralosti 1 měsíc.

distribuční funkce normovaného normálního rozdělení<sup>22</sup> jsou poté  $N(-d_1) = 0,499790$ ,  $N(-d_2) = 0,507022$ . Cena měnové put opce je  $p_{1/12} = 0,182981$ , avšak jedna put opce zní na 10 000 EUR, a tudíž je konečná cena za jednu tuto put opci  $p_{1/12}^{CZK} = 1\,829,81$  CZK. Jelikož chce společnost v prvním měsíci zajistit částku 200 000 EUR, musí nakoupit 20 takovýchto put opcí. Ocenění měnových put opcí s ostatními dobami do zralosti je součástí přílohy č. 3.

Pro následující měsíce je situace obdobná a celkové počáteční výdaje potřebné pro koupi celkového počtu 240 put opcí pro zajištění na celý rok dosahují v čase  $t = 0$  konečné výše 1 014 596,61 CZK. Velikost této částky je značně ovlivněna nastavením výše realizační ceny. Pokud by se realizační cena snížila, došlo by zároveň k poklesu počátečních nákladů.

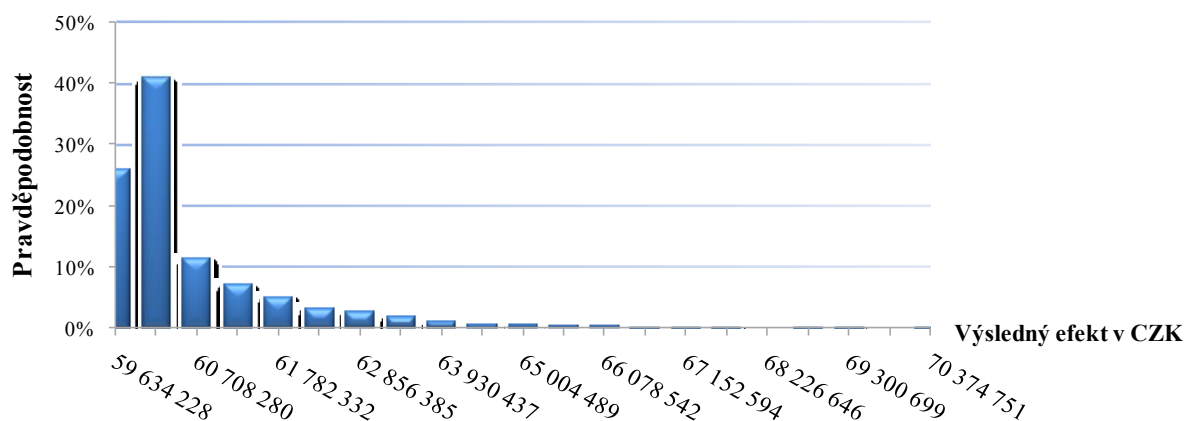
Měsíční efekt pro strategii s put opcí je určen vztahem:

$$efekt_T = S_T \cdot Q + VH_T^{long\ put} \cdot 10\,000 \cdot q - p_{dt}^{CZK} \cdot q \cdot e^{r_d \cdot T}, \quad (4.4)$$

kde  $VH_T^{long\ put}$  je vnitřní hodnota koupené put opce v čase  $T$ , při jejímž výpočtu se vychází z Tab. 2.5,  $q$  je měsíční počet koupených put opcí,  $p_{dt}^{CZK} \cdot q \cdot e^{r_d \cdot T}$  jsou výdaje na koupi put opcí vztahující se k času  $T$ .

Výsledný efekt z této strategie se vyjádří vztahem (4.1) a jeho rozdělení pravděpodobnosti se nachází na Obr. 4.9. Patrný je přitom odlišný tvar rozdělení pravděpodobnosti výsledného efektu při konfrontaci s předešlými strategiemi. Je to dáno situacemi při posilování koruny, kdy společnost využije svého opčního práva a provede směnu částky 200 000 EUR za stanovenou realizační cenu, tj. 25,07 CZK/EUR.

**Obr. 4.9 Rozdělení pravděpodobnosti pro put opci**



Zdroj: vlastní zpracování

<sup>22</sup> Příslušné hodnoty lze nalézt pomocí funkce *NORMSDIST* v MS Excel.

#### 4.5.5 Bariérové put opce

Na obdobném principu jako u jednoduché put opce je založeno i zajištění bariérovými put opcemi na měnu. Rozdíl spočívá v tom, že výplatní funkce v případě uplatnění nezávisí jen na úrovni měnového kurzu v okamžiku zralosti, ale i na jeho předchozím vývoji. Vstupní data jsou totožné jako pro put opci a navíc jsou doplněna o hodnoty:

- horní bariéry  $H = 25,5$  CZK/EUR,
- dolní bariéry  $L = 24,3$  CZK/EUR.

Opět jsou pro názornost stanoveny ceny bariérových down-and-in a down-and-out put opcí s dobou do zralosti 1 měsíc, a to dle (P1-9) a (P1-10). Před dosazením do vzorců jsou dopočteny parametry podle (P1-3), (P1-4), (P1-7) a (P1-8), po řadě  $\lambda = 1,242841$ ,  $y = -3,396801$ ,  $x_1 = 1,721196$  a  $y_1 = -1,676131$ . Poté je cena down-and-in put opce  $p_{1/12}^{di} = 0,068087$  a cena down-and-out put opce je  $p_{1/12}^{do} = 0,114895$ , avšak jedna bariérová opce zní na 10 000 EUR, z čehož lze jednoduše odvodit, že konečné jednotkové ceny těchto bariérových put opcí jsou  $p_{1/12}^{di,CZK} = 680,87$  CZK a  $p_{1/12}^{do,CZK} = 1148,95$  CZK.

Ceny bariérových up-and-in a up-and-out put opcí s dobou do zralosti 1 měsíc se vypočtou pomocí (P1-1) a (P1-2). Hodnota parametru  $\lambda$  je identická jako u opcí down opcí a parametr  $y = 1,920615$  je určen podle (P1-4). Cena up-and-in put opce  $p_{1/12}^{ui} = 0,004995$  a cena up-and-out put opce  $p_{1/12}^{uo} = 0,177986$ . Konečné jednotkové ceny jsou  $p_{1/12}^{ui,CZK} = 49,95$  CZK a  $p_{1/12}^{uo,CZK} = 1779,86$  CZK. Ocenění všech bariérových put opcí je součástí přílohy č. 4.

Společnost potřebuje měsíčně zajistit částku 200 000 EUR, a tak nakoupený počet bariérových put opcí je 20 pro jeden měsíc, resp. 240 pro celý rok. Celkové počáteční výdaje na nákup bariérových put opcí jsou obsaženy v Tab. 4.4.

**Tab. 4.4 Celkové počáteční výdaje na nákup bariérových put opcí v CZK**

Bariérové put opce			
<i>Down-and-in</i>	<i>Down-and-out</i>	<i>Up-and-in</i>	<i>Up-and-out</i>
926 845,84	87 750,77	341 167,18	673 429,43

Zdroj: vlastní zpracování

Efekt z jednotlivých strategií s bariérovými put opcemi je pro každý měsíc vyjádřen vztahem:

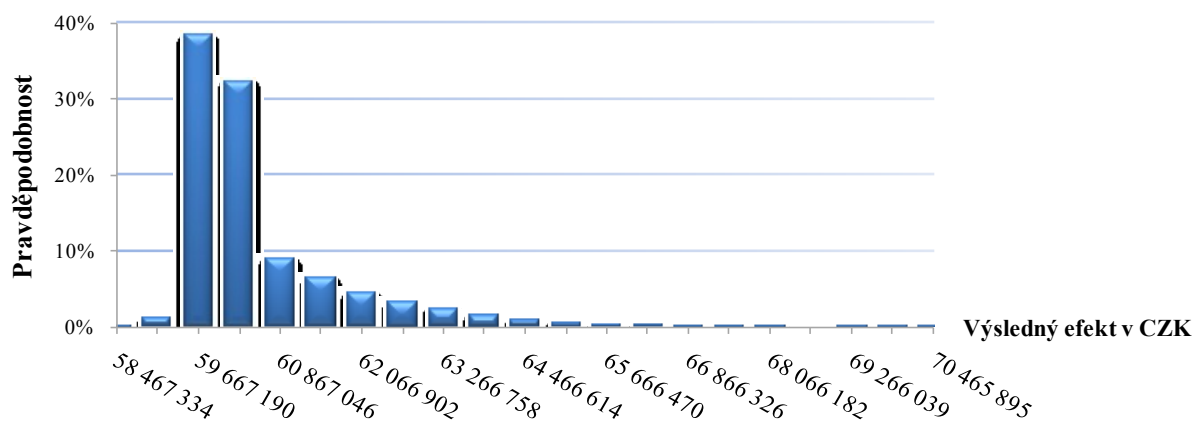
$$efekt_T = S_T \cdot Q + VH_T^{bariérova, put} \cdot 10\,000 \cdot q - p_{dt}^{bariérova, CZK} \cdot q \cdot e^{r_d \cdot T}, \quad (4.5)$$

kde  $VH_T^{bariérova, put}$  je vnitřní hodnota koupené bariérové put opce v čase  $T$ ,  $p_{dt}^{bariérova, CZK} \cdot q \cdot e^{r_d \cdot T}$  jsou výdaje na koupi bariérových put opcí vztahující se k času  $T$ .

Vnitřní hodnoty bariérových put opcí typu down-and-in a up-and-in se určí dle (3.22) a pro bariérové put opce typu down-and-out a up-and-out je využit vzorec (3.23). Proražení bariéry je sledováno pouze v diskrétních okamžicích, tj. měsíčně podle simulovaných hodnot měnového kurzu.

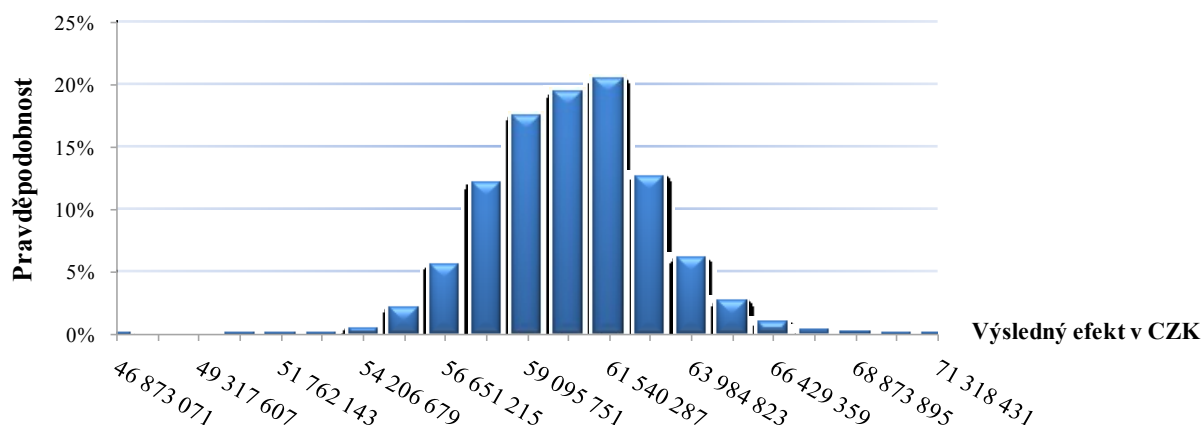
K vyjádření výsledných efektů ze strategií s bariérovými opcemi je použit vztah (4.1) a rozdělení pravděpodobností je znázorněno postupně na Obr. 4.10, Obr. 4.11, Obr. 4.12, Obr. 4.13.

**Obr. 4.10 Rozdělení pravděpodobnosti pro bariérovou put opci down-and-in**



Zdroj: vlastní zpracování

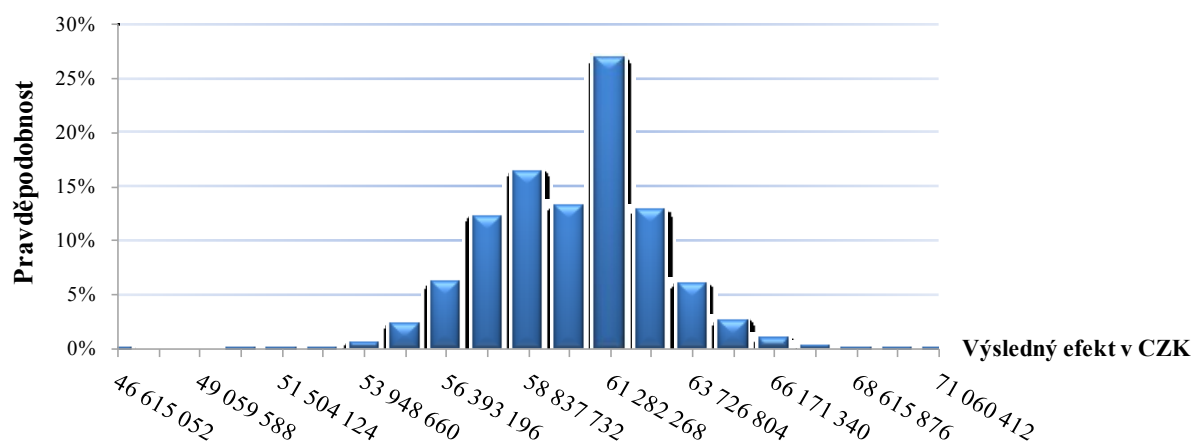
**Obr. 4.11 Rozdělení pravděpodobnosti pro bariérovou put opci down-and-out**



Zdroj: vlastní zpracování

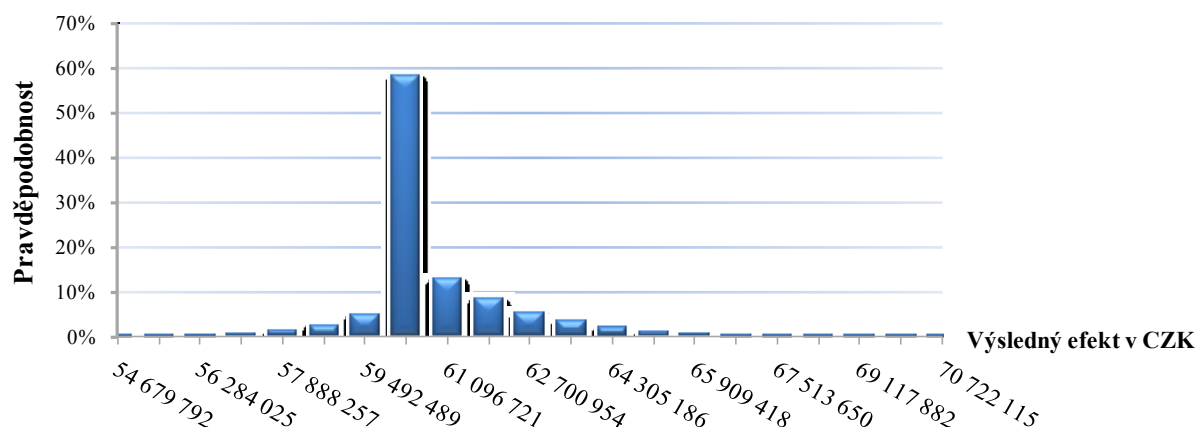


**Obr. 4.12 Rozdělení pravděpodobnosti pro bariérovou put opci up-and-in**



Zdroj: vlastní zpracování

**Obr. 4.13 Rozdělení pravděpodobnosti pro bariérovou put opci up-and-out**



Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.5.6 Opční strategie Risk reversal

V případě opční strategie Risk reversal společnost v čase  $t = 0$  zároveň nakoupí měnové put opce a prodá měnové call opce. Vychází se přitom z předpokladů definovaných v úvodu podkapitoly 4.2. Za nákup put opcí by společnost měla zaplatit opční prémii a naopak za prodej call opcí by měla opční prémii inkasovat. Při správném sestavení strategie se opční prémii budou rovnat a strategie se pro společnost stane beznákladovou. Vstupní data pro opční strategii Risk reversal jsou následující:

- počáteční kurz v čase  $S_0 = 25,06 \text{ CZK/EUR}$ ,
- realizační cena call opce  $X_{call} = 25,20 \text{ CZK/EUR}$ ,
- domácí bezriziková sazba  $r_d = 1,80 \%$ ,

- zahraniční bezriziková sazba  $r_f = 1,507 \%$ ,
- roční směrodatná odchylka  $\sigma = 0,062804$ ,
- doba do zralosti  $dt = 1$  měsíc ( $1/12$ ) ... 12 měsíců ( $12/12$ ).

Aby měla tato opční strategie smysl, musí být realizační cena call opce nastavena na vyšší úrovni než realizační cena put opce. V okamžiku, kdy se simulovaný spotový kurz nachází v pásmu mezi těmito dvěma realizačními cenami, nedochází k využití ani jedné z opcí.

Put opce je oceněna dle (3.21) a call opce dle (3.19). Společnost se nachází v pozici vypisovatele call opce a stanoví si její realizační cenu  $X_{call}$  na úrovni 25,20 CZK/EUR pro všechny opce s rozdílnými dobami do zralosti.

Realizační ceny put opcí  $X_{put}$  jsou určeny pomocí optimalizačního nástroje *Řešitel* v MS Excel. Matematická formulace pro vyřešení problému je uvedena v Tab. 4.5. Účelová funkce vyjadřuje, že se zaplacené a inkasované opční prémie kompenzují a omezující podmínkou je zajištění potřebný vztah realizačních cen opcí.

**Tab. 4.5 Matematická formulace**

Účelová funkce	Omezující podmínka
$c - p = 0$	$X_{call} > X_{put}$

Zdroj: vlastní zpracování

Výpočet realizačních cen put opcí je obsažen v příloze č. 5 a získané realizační ceny jsou zobrazeny v Tab. 4.6.

**Tab. 4.6 Získané realizační ceny put opcí**

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Realizační cena	24,93	24,95	24,96	24,97	24,99	25,00	25,01	25,02	25,03	25,05	25,06	25,07

Zdroj: vlastní zpracování

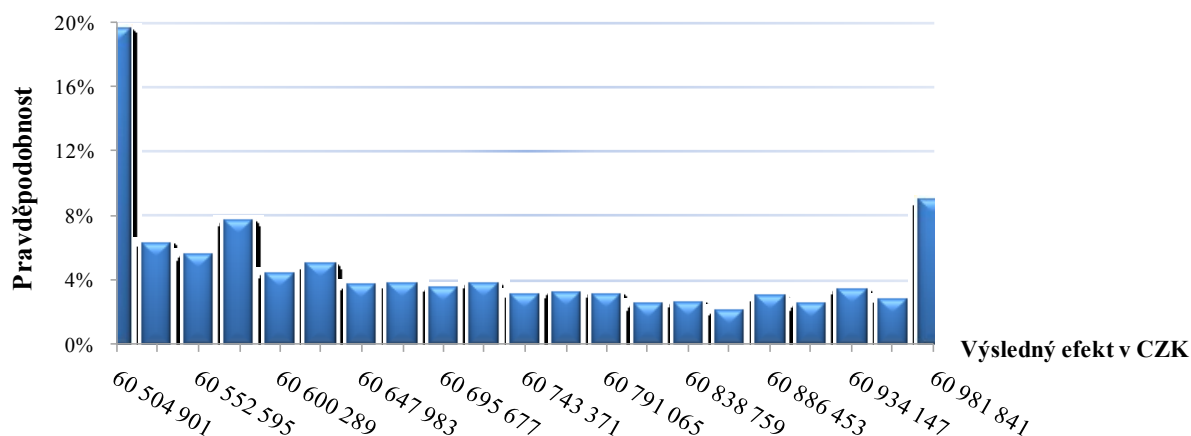
Efekt ze strategie Risk reversal pro jednotlivé měsíce se při zohlednění nulových počátečních nákladů vypočte podle vzorce:

$$efekt_T = S_T \cdot Q + VH_T^{long\ put} \cdot 10\,000 \cdot q + VH_T^{short\ call} \cdot 10\,000 \cdot q, \quad (4.6)$$

přítom jedna opce zní na 10 000 EUR,  $q$  je stanovené měsíční množství put a call opcí pro pokrytí zajišťované částky 200 000 EUR a  $VH_T^{short\ call}$  je vnitřní hodnota prodané call opce v čase  $T$ . Vnitřní hodnoty opcí se určí podle Tab. 2.5.

Výsledný efekt pro strategii Risk reversal se propočte dle (4.1) a jeho rozdělení pravděpodobnosti je zobrazeno na Obr. 4.14. Vyšší pravděpodobnosti u minimálního a maximálního výsledného efektu jsou výsledkem situací, kdy se spotový kurz dostane mimo pásmo ohraničené realizačními cenami a dochází k využití ať již put či call opcí.

**Obr. 4.14 Rozdělení pravděpodobnosti pro strategii Risk reversal**



Zdroj: vlastní zpracování

## 4.6 Vyhodnocení zvolených zajišťovacích strategií

Součástí této podkapitoly je charakteristika jednotlivých hodnotících kritérií, podle nichž jsou následně výsledné efekty zvolených zajišťovacích strategií porovnány. Dále je zde obsaženo zhodnocení z hlediska postoje investora k riziku, výše počátečních nákladů a vztahu výnos – riziko. S přihlédnutím ke všem kritériím jsou na závěr pro společnost vybrány tři nejvhodnější zajišťovací strategie.

### 4.6.1 Zhodnocení podle zvolených kritérií

Výsledné efekty propočtené v podkapitole 4.4 jsou porovnány podle níže charakterizovaných kritérií:

- *střední hodnota* – jedná se o vážený průměr dosažených hodnot výsledných efektů a v MS Excel se určí pomocí funkce „PRŮMĚR“,

- *směrodatná odchylka* – toto kritérium představuje odchylku hodnot výsledných efektů od jejich střední hodnoty a slouží tak k určení rizikovosti strategií; k výpočtu je využita funkce „SMODCH“,
- *nejlepší výsledek* – definuje maximální dosaženou hodnotu z jednotlivých výsledných efektů a pro jeho výpočet je použita funkce „MAX“,
- *nejhorší výsledek* – vyjadřuje naopak minimální dosaženou hodnotu z jednotlivých výsledných efektů a je získán pomocí funkce „MIN“,
- *medián* – neboli 50 % kvantil je hodnota, jež dělí dosažené výsledné efekty seřazené podle velikosti na dvě stejně velké poloviny; výhoda mediánu oproti střední hodnotě spočívá ve skutečnosti, že není ovlivněn extrémními hodnotami; k výpočtu je použita funkce „MEDIAN“.

Porovnání zajišťovacích strategií podle hodnot stanovených kritérií je součástí Tab. 4.7. Zvoleným strategiím jsou v rámci každého kritéria přiřazena čísla od 1 do 9, která vyjadřují jejich úspěšnost. Číslo 1 označuje nejlepší výsledek a naopak číslo 9 výsledek nejhorší.

**Tab. 4.7 Porovnání zajišťovacích strategií podle kritérií**

Strategie	Kritérium (v CZK)				
	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Nejlepší výsledek	Nejhorší výsledek	Medián
<b>Pasivní strategie</b>	59 754 831	2 345 469	71 407 776	46 962 415	59 694 293
	8.	8.	1.	7.	9.
<b>Forward - měsíční zajištění</b>	59 904 150	2 069 989	70 128 429	48 259 314	59 852 186
	6.	6.	7.	6.	6.
<b>Forward - roční zajištění</b>	60 739 132	0	60 739 132	60 739 132	60 739 132
	1.	1.	9.	1.	1.
<b>Put opce</b>	60 320 871	1 095 884	70 374 751	59 634 228	59 809 050
	4.	3.	6.	3.	7.
<b>Down and in put opce</b>	60 233 985	1 168 187	70 465 895	58 467 334	59 725 372
	5.	4.	5.	4.	8.
<b>Down and out put opce</b>	59 843 516	2 327 161	71 318 431	46 873 071	59 878 170
	7.	7.	2.	8.	5.
<b>Up and in put opce</b>	59 629 681	2 370 993	71 060 412	46 615 052	59 982 004
	9.	9.	3.	9.	4.
<b>Up and out put opce</b>	60 446 021	1 295 486	70 722 115	54 679 792	60 028 823
	3.	5.	4.	5.	3.
<b>Risk reversal</b>	60 680 739	164 237	60 981 841	60 504 901	60 633 721
	2.	2.	8.	2.	2.

Zdroj: vlastní zpracování

Podle přiřazených čísel lze říct, že nejlepší hodnoty jsou téměř u všech kritérií vykázány při zajištění forwardem na roční bázi. Výjimku tvoří kritérium charakterizující nejlepší výsledek, u něhož je nejvyšší hodnota dosažena při aplikaci pasivní strategie. U této strategie jsou však výsledky zbylých kritérií téměř nejhorší.

Z výše zachyceného komplexního přehledu se dále vychází při rozhodování o vhodnosti strategií podle stanovených hledisek.

#### **4.6.2 Zhodnocení z hlediska postoje investora k riziku**

Ochota podstupovat riziko je velmi individuální vlastnost, podle které lze investory v zásadě dělit do tří skupin. První skupinu tvoří investoři se sklonem k riziku, druhou investoři s neutrálním postojem k riziku a do třetí skupiny se řadí investoři s averzí k riziku.

Investor se sklonem k riziku je ochoten akceptovat značně rizikové varianty, pokud u nich existuje reálná šance na dosažení zvláště dobrých výsledků. Současně jsou však tyto varianty spojeny s nebezpečím výsledků špatných. Uvedené charakteristice nejvíce vyhovuje pasivní strategie, jelikož v nejlepším případě (ze simulovaných scénářů) může dosáhnout příjmů ve výši okolo 71,5 mil. CZK. Na druhou stranu mohou být příjmy investora značně nižší, konkrétně jen těsně pod 47 mil. CZK. Obdobné výsledky jsou dále vykázány u bariérové put opce typu down-and-out.

Pro investora s averzí k riziku je situace zcela odlišná, protože se primárně snaží vyhnout značně rizikovým variantám a vybírá varianty s nízkým rizikem. Takovéto varianty by investorovi měly s vysokou pravděpodobností zajistit odpovídající a pro něj přijatelnou výši příjmů. Jako nejvhodnější je pro rizikově averzního investora zvolena varianta s forwardem na bázi celoročního zajištění a na druhé místo lze následně zařadit beznákladovou opční strategii Risk reversal.

Investor s neutrálním postojem k riziku při výběru správné zajišťovací strategie riziko nezohledňuje.

#### **4.6.3 Zhodnocení z hlediska výše počátečních nákladů**

Při rozhodování o vhodnosti zajišťovací strategie lze zohlednit i další neméně důležitou charakteristickou vlastnost jednotlivých strategií, a to velikost počátečních nákladů.

K zajištění měnového rizika společnosti bylo využito celkem devět odlišných variant, přičemž hned u čtyř z nich jsou počáteční náklady na pořízení nulové. Jedná se o pasivní

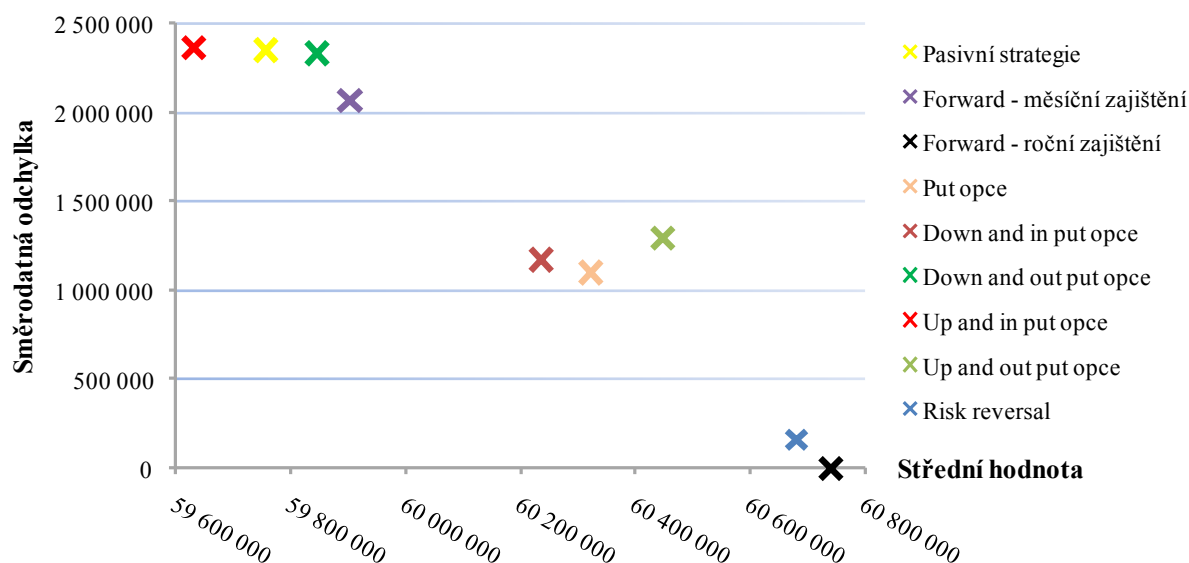
strategii, forward – měsíční zajištění, forward – roční zajištění a opční strategii Risk reversal, u níž se placené a inkasované prémie kompenzují. Uvedené strategie představují pro společnost nejlepší volbu při preferenci nulových nákladů.

S realizací zbylých strategií je vždy spojena určitá výše počátečních nákladů. Nejvyšší částku by musela na počátku společnost uhradit při aplikaci strategie s jednoduchou put opcí. V tomto případě jsou náklady poměrně značné – přesahují 1 mil. CZK. Nižších počátečních nákladů ve srovnání s jednoduchou put opcí lze dosáhnout pořízením bariérových put opcí. Přesné hodnoty jejich počátečních nákladů jsou obsaženy v Tab. 4.4. Z uvedených hodnot vychází jako jednoznačně nejlevnější způsob zajištění strategie s bariérovou down-and-out put opcí.

#### 4.6.4 Zhodnocení z hlediska vztahu výnos – riziko

Nejen při volbě zajišťovací strategie, ale i při řízení jiných finančních aktivit, se společnost často rozhoduje na základě vztahu mezi výnosem a rizikem, přičemž preferuje strategie s co nejvyšším výnosem při co nejnižším riziku. Při předpokladu, že výnos je dán střední hodnotou a riziko směrodatnou odchylkou, jsou vzájemné kombinace těchto kritérií znázorněny na Obr. 4.15.

**Obr. 4.15 Zhodnocení z hlediska vztahu výnos – riziko**



Zdroj: vlastní zpracování

Z Obr. 4.15 je patrné, že nejvýhodnější kombinace rizika a výnosu je dosažena u varianty forward – roční zajištění. Jelikož je u tohoto typu forwardu směrodatná odchylka

rovna nule, nemůže dojít k odchýlení od určené střední hodnoty, což je pro společnost výhodné např. z hlediska plánování cash-flow.

Pokud je společnost ochotna podstoupit určitou míru rizika, může zvolit beznákladovou opční strategii Risk reversal, u které je ve srovnání s ostatními zbylými strategiemi dosaženo dobrých výsledků, tj. vysokého výnosu a nízkého rizika. Na rozdíl od forwardu na bázi ročního zajištění má navíc společnost možnost částečně participovat na oslabování koruny a její příjmy v CZK tak mohou být v konečném důsledku vyšší.

Jako zcela nejhorší z hlediska poměru výnos – riziko je vyhodnocena strategie s bariérovou put opcí typu up-and-in. Výsledky této strategie jsou dokonce horší než výsledky pasivní strategie.

#### **4.6.5 Zhodnocení při zohlednění všech kritérií a hledisek**

Zcela nejdůležitější je pro společnost porovnání strategií z celkového hlediska, a proto jsou nyní brána v úvahu všechna kritéria a dále také určité předpoklady týkající se zajištění měnového rizika společnosti.

Důležitým předpokladem pro výběr tří nejvhodnějších zajišťovacích strategií je skutečnost, že prvotním cílem společnosti je ochrana budoucích pozic proti riziku fluktuace měnového kurzu a nikoliv tedy potřeba realizovat dodatečný příjem. Zároveň je při výběru strategií zohledněno přání společnosti mít zajištění pokud možno s co nejnižšími počátečními náklady. Na základě těchto předpokladů a komplexního přehledu uvedeného v Tab. 4.7 jsou pro zajištění měnového rizika společnosti vybrány následující tři strategie:

1. forward – roční zajištění,
2. opční strategie Risk reversal,
3. bariérová put opce up-and-out.

Výběr prvních dvou strategií byl poměrně jednoduchý, jelikož ve srovnání se zbylými variantami u nich byly dosaženy jednoznačně nejlepší výsledky – vysoká střední hodnota, nízká směrodatná odchylka a nulové počáteční náklady. Navíc byly u těchto strategií vykázané nejvyšší hodnoty u kritéria nejhorší výsledek, konkrétně u strategie s forwardem na bázi ročního zajištění 60 739 tis. CZK a u opční strategie Risk reversal 60 505 tis. CZK. Při rozhodování o třetí nejvhodnější strategii bylo vybíráno mezi strategií s put opcí a strategií s bariérovou put opcí typu up-and-out, přičemž u obou byly dosaženy dobré výsledky střední

hodnoty i směrodatné odchylky. Nakonec byla zvolena varianta s bariérovou put opcí typu up-and-out a to především z důvodu, že ve srovnání s variantou s put opcí u ní byly počáteční náklady o více než 300 tis. CZK nižší.

Naopak jako zcela nejhorší z pohledu společnosti vyšly strategie s bariérovou put opcí typu up-and-in a pasivní strategie. U těchto strategií byla vykázána střední hodnota přibližně o 1 mil. CZK nižší než tomu bylo v případě nejlépe hodnocené strategie, tedy forwardu na bázi ročního zajištění.



## 5 Závěr

Globalizační tendence posledních let jsou jedním z faktorů, které zvyšují závislost a angažovanost podnikatelských subjektů na zahraničním obchodě. Vedle nesčetné řady pozitiv může být zahraniční obchod taktéž zdrojem mnohých negativ či potencionálních rizik. Jedním z těchto negativ je i měnové riziko vyplývající z volatility na měnových trzích. Ke snížení nebo dokonce úplné eliminaci měnového rizika existuje řada metod, avšak ústředním nástrojem jsou jednoznačně finanční deriváty.

Cílem diplomové práce bylo zajistit měnové riziko ve spediční společnosti NH-TRANS, SE pomocí zvolených zajišťovacích strategií s využitím finančních derivátů a vyhodnotit výsledné efekty z těchto strategií dle vybraných kritérií a hledisek.

Diplomová práce byla rozdělena do tří hlavních kapitol. V první kapitole byla charakterizována finanční rizika a stručně definován hedging včetně jeho členění. Hlavní pozornost však byla v rámci této kapitoly soustředěna na problematiku finančních derivátů typu forward, futures, swap a opce.

Ve druhé kapitole byly nejprve formulovány některé základní pojmy vztahující se k měnovému riziku a dále zde byla rozebrána teoretická východiska pro predikci měnového kurzu. Konkrétně šlo o predikci volatility pomocí adaptačních modelů GARCH a EWMA a simulaci náhodného vývoje měnového kurzu. V závěru byly blíže specifikovány vybrané možnosti zajištění měnového rizika. Těmito možnostmi byly forward, put opce, bariérové put opce a opční strategie Risk reversal.

Zcela nejdůležitější část diplomové práce obsahovala třetí kapitola, ve které byly v praktické podobě použity teoretické poznatky z předešlých kapitol. V úvodu byly stručně uvedeny základní informace o společnosti NH-TRANS, SE a vstupní údaje pro aplikaci zajištění měnového rizika. Taktéž zde byly představeny zvolené zajišťovací strategie. Jednalo se o pasivní strategii, forward na bázi měsíčního a následně pak ročního zajištění, put opci, čtyři typy bariérových put opcí a opční strategii Risk reversal. Dále byla pomocí modelu EWMA provedena predikce volatility měnového kurzu, přičemž vstupním parametrem byla historická časová řada měsíčních hodnot kurzu CZK/EUR. Poté bylo možné přistoupit k realizaci simulace náhodného vývoje měnového kurzu na základě metody Monte Carlo a geometrického Brownova procesu s logaritmickými cenami. Celkem došlo k nasimulování 10 000 scénářů po 12 krocích, které představovaly jednotlivé měsíce roku 2011. Za pomoci těchto scénářů byly následně aplikovány jednotlivé zajišťovací strategie.

Výsledné efekty vybraných zajišťovacích strategií byly porovnány podle stanovených kritérií a podle úspěšnosti jim bylo přiřazeno číslo. Těmito kritérii byly střední hodnota, směrodatná odchylka, nejlepší výsledek, nejhorší výsledek a medián. Dalším krokem bylo zhodnocení strategií z hlediska postoje investora k riziku. Pro investora se sklonem k riziku byla dle dosažených hodnot nejvhodnější pasivní strategie a naopak pro investora s averzí k riziku byla nejlepší strategie s forwardem na bázi ročního zajištění. Zhodnocení z hlediska velikosti počátečních nákladů a vztahu výnos – riziko vyšlo nejlépe opět pro výše uvedený forward a dobrých výsledků bylo rovněž dosaženo u opční strategie Risk reversal.

Zcela na konci praktické části diplomové práce proběhlo zhodnocení strategií při zohlednění všech kritérií a hledisek. Pro zajištění měnového rizika ve spediční společnosti NH-TRANS, SE byla jako nejvhodnější vybrána strategie s forwardem na bázi ročního zajištění. Další v pořadí pak byly zvoleny opční strategie Risk reversal a strategie s bariérovou put opcí typu up-and-out. Určitou nevýhodou posledně jmenované varianty byly poměrně vysoké počáteční náklady.

V diplomové práci byla využita pouze malá část z nepřeberného množství způsobů zajištění měnového rizika. Kromě zvolených strategií mohly být například aplikovány další typy exotických opcí či opčních strategií. Struktura diplomové práce je však v souladu se záměrem provést zajištění měnového rizika pouze běžně používanými finančními deriváty.

## Seznam použité literatury

### Knížní publikace

- [1] AMBROŽ, L. *Oceňování opcí*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2002. 313 s. ISBN 80-7179-531-3.
- [2] DLUHOŠOVÁ, D. *Finanční řízení a rozhodování podniku*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2006. 192 s. ISBN 80-86119-58-0.
- [3] DVOŘÁK, P. *Deriváty*. 2. přeprac. vyd. Praha: Oeconomica, 2008. 297 s. ISBN 978-80-245-1435-2.
- [4] HULL, J. C. *Fundamentals of futures and options markets*. 6. vyd. New Jersey: Prentice Hall, 2008. 547 s. ISBN 0-13-224226-5.
- [5] HULL, J. C. *Options, futures & other derivatives*. 5. vyd. New Jersey: Prentice Hall, 2003. 744 s. ISBN 0-13-009056-5.
- [6] JÍLEK, J. *Finanční a komoditní deriváty*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. 624 s. ISBN 80-247-0342-4.
- [7] JÍLEK, J. *Finanční rizika*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 635 s. ISBN 80-7169-579-3.
- [8] JORION, P. *Financial risk manager handbook 2001-2002*. New York: John Wiley and Sons, 2001. 808 s. ISBN 0-471-09372-6.
- [9] KRÁL, M. *Devizová rizika a jejich efektivní řízení ve firmě*. 1. vyd. Praha: VOX, 2003. 240 s. ISBN 80-86324-28-1.
- [10] TICHÝ, T. *Finanční deriváty – typologie finančních derivátů, podkladové procesy, oceňovací modely*. 1. vyd. VŠB – TU Ostrava, 2006. 170 s. ISBN 80-248-1180-4.
- [11] VALACH, J. a kol. *Finanční řízení podniku*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 1999. 324 s. ISBN 80-86119-21-1.
- [12] ZMEŠKAL, Z. a kol. *Finanční modely*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2004. 236 s. ISBN 80-86119-87-4.
- [13] ZMEŠKAL, Z., ČULÍK, M., TICHÝ, T. *Finanční rozhodování za rizika: sbírka řešených příkladů*. 2. vyd. VŠB – TU Ostrava, 2005. ISBN 80-248-0840-4.

## Články

- [14] BEDNAŘÍK, R. Analýza volatility devizových kurzů vybraných ekonomik. *Ekonomická revue*. 2009, s. 83-90. ISSN 1212-3951.
- [15] ŠTĚRBA, F. Modely typu ARCH a jejich využití k modelování volatility měnových kurzů. *Statistika*. 2007, s. 210-231. ISSN 0322-788X.
- [16] TICHÝ, T. Posouzení metody částečného hedgingu na případu řízení měnového rizika nefinanční instituce. *Ekonomická revue*. 2009, s. 69-82. ISSN 1212-3951.
- [17] ZMEŠKAL, Z. Přístupy k eliminaci finančních rizik na bázi finančních hedgingových strategií. *Finance a Úvěr - Czech Journal of Economics and Finance*. 2004, s. 50-63. ISSN 0015-1920.

## Internetové zdroje

- [18] ARAD – systém časových řad. *Devizové kurzy (ke konci měsíce)* [online]. 2011. [cit.2011-01-15]. Dostupné z WWW: <[http://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY\\_PKG.PARAMETRY\\_SESTAVY?p\\_sestuid=10915&p\\_strid=ECA&p\\_lang=CS](http://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY_PKG.PARAMETRY_SESTAVY?p_sestuid=10915&p_strid=ECA&p_lang=CS)>.
- [19] ČNB. *Kurzy devizového trhu* [online]. 2011. [cit. 2011-01-26]. Dostupné z WWW: <[http://www.cnb.cz/cs/financni\\_trhy/devizovy\\_trh/kurzy\\_devizoveho\\_trhu/denni\\_kurz.jsp](http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/denni_kurz.jsp)>.
- [20] ČNB. *Fixing úrokových sazeb na mezibankovním trhu depozit – PRIBOR* [online]. 2011. [cit. 2011-01-15]. Dostupné z WWW: <[http://www.cnb.cz/cs/financni\\_trhy/penezni\\_trh/pribor/denni.jsp](http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/penezni_trh/pribor/denni.jsp)>.
- [21] ČNB. *Prognóza ČNB z listopadu 2010* [online]. 2011. [cit. 2011-02-03]. Dostupné z WWW: <[http://www.cnb.cz/cs/menova\\_politika/prognoza/predchozi\\_prognozy/prognoza\\_1011.html](http://www.cnb.cz/cs/menova_politika/prognoza/predchozi_prognozy/prognoza_1011.html)>.
- [22] EURIBOR-EBF. *Euribor rates* [online]. 2011. [cit. 2011-01-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.euribor-ebf.eu/euribor-org/euribor-rates.html>>.
- [23] NH-TRANS, SE. *Profil společnosti* [online]. 2011 [cit. 2011-02-03]. Dostupné z WWW: <<http://nh-trans.cz/>>.
- [24] Treasury.cz. *Risk management* [online]. 2011. [cit. 2011-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://treasury.cz/risk.php>>.

- [25] Justice.cz. *Výroční zpráva 2009 NH-TRANS, SE* [online]. 2011. [cit. 2011-02-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.justice.cz/xqw/xervlet/insl/index?sysinf.@typ=sbirka&sysinf.@strana=documentDetail&vypisListiny.@slCis=800312771&vypisListiny.@cEkSub=800001084>>.
- [26] XTB. *Finanční a komoditní deriváty: Historický vývoj derivátů* [online]. 2011. [cit. 2011-01-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.xtb.cz/showcontent/?cid=30062>>.

### **Prezentace**

- [27] SINGER, M. *Vývoj kurzu koruny, nedávný hospodářský vývoj a aktuální otázky měnové politiky* [prezentace Portable Document Format]. Praha 2009. Dostupné z WWW: <[http://www.cnb.cz/cs/o\\_cnb/bankovni\\_rada/clenove\\_bankovni\\_rady/singer\\_projevy.html](http://www.cnb.cz/cs/o_cnb/bankovni_rada/clenove_bankovni_rady/singer_projevy.html)>.

### **Ostatní**

- [28] Interní materiály společnosti NH – TRANS, SE.
- [29] Interní materiály Treasury Citibank Europe, plc.

## Seznam zkratek a symbolů

ATM	at-the-money – na penězích
CZK	česká koruna
c	cena call opce
di	down-and-in
do	down-and-out
dt	dobu do zralosti
dz	změna náhodné proměnné v čase
e, exp	základ přirozeného logaritmu
$E(\cdot)$	střední hodnota proměnné
EUR	euro
$f$	hodnota derivátu
h	počet kontraktů
H	bariéra
$I_A$	indikátor
ITM	in-the-money – v penězích
ln	přirozený logaritmus
L	dolní bariéra
M	funkce pro kontrolu dosažení bariéry
N	počet derivátů na 1 kontrakt (pro hedgingové portfolio) počet hodnot časové řady (pro střední hodnotu spojitých výnosů) počet kroků simulace (pro simulaci vývoje měnového kurzu)
$N(0;1)$	normované normální rozdělení
$N(\cdot)$	funkce kumulativního normovaného normálního rozdělení
OTC	over-the-counter – mimoburzovní trh
OTM	out-of-the-money – mimo peníze
p	cena put opce
$p^{CZK}$	konečná jednotková cena put opce v CZK
P	příjem v CZK
q	dividendový výnos (pro vliv hlavních faktorů na ceny opcí) počet nakoupených put opcí (pro aplikaci zajištění)
Q	množství
r	bezriziková sazba

$rd$	domáci bezriziková sazba
$rf$	zahraniční bezriziková sazba
$R$	spojitý výnos
$S$	cena podkladového aktiva
$t$	dobu uzavření kontraktu
$T$	dobu zralosti
$TT$	konec roku 2011
$ui$	up-and-in
$uo$	up-and-out
$U$	horní bariéra
$\text{var}(\cdot)$	variance (rozptyl)
$VH$	vnitřní hodnota
$X$	realizační cena opce
$X^F$	realizační cena forwardu
$z$	chyba predikce
$\tilde{z}$	náhodná proměnná
$\alpha, \beta, \omega$	parametry (GARCH)
$\varepsilon^2$	skutečný rozptyl
$\gamma$	hladina pravděpodobnosti
$\lambda$	tlumicí faktor
$\mu$	střední hodnota
$\sigma$	směrodatná odchylka, volatilita
$\sigma^2$	rozptyl
$\Pi$	hodnota hedgingového portfolia
$\Delta$	delta, změna proměnné
$\Delta t$	délka jednoho kroku
$\Sigma$	suma

## Seznam obrázků

- Obr. 2.1 Celkové, systematické a nesystematické riziko
- Obr. 2.2 Základní přehled finančních derivátů
- Obr. 2.3 Vnitřní hodnota forwardu – dlouhá pozice
- Obr. 2.4 Vnitřní hodnota forwardu – krátká pozice
- Obr. 2.5 Struktura ceny call opce pro rozdílné doby do zralosti
- Obr. 2.6 Struktura ceny put opce pro rozdílné doby do zralosti
- Obr. 2.7 Vnitřní hodnota a zisk v pozici long call
- Obr. 2.8 Vnitřní hodnota a zisk v pozici short call
- Obr. 2.9 Vnitřní hodnota a zisk v pozici long put
- Obr. 2.10 Vnitřní hodnota a zisk v pozici short put
- Obr. 3.1 Vývoj kurzu CZK/EUR v letech 2000-2010 na bázi denních hodnot
- Obr. 3.2 Bariérové opce – dosažení bariéry
- Obr. 3.3 Opční strategie Risk reversal
- Obr. 4.1 Přepravené množství zboží podle území
- Obr. 4.2 Historický vývoj měsíčních hodnot měnového kurzu CZK/EUR
- Obr. 4.3 Vývoj skutečného a predikovaného rozptylu dle modelu EWMA
- Obr. 4.4 Simulovaný vývoj měnového kurzu CZK/EUR v roce 2011
- Obr. 4.5 Prognóza měnového kurzu podle České národní banky
- Obr. 4.6 Rozdělení pravděpodobnosti pro pasivní strategii
- Obr. 4.7 Rozdělení pravděpodobnosti pro forward – měsíční zajištění
- Obr. 4.8 Rozdělení pravděpodobnosti pro forward – roční zajištění
- Obr. 4.9 Rozdělení pravděpodobnosti pro put opci
- Obr. 4.10 Rozdělení pravděpodobnosti pro bariérovou put opci down-and-in
- Obr. 4.11 Rozdělení pravděpodobnosti pro bariérovou put opci down-and-out
- Obr. 4.12 Rozdělení pravděpodobnosti pro bariérovou put opci up-and-in
- Obr. 4.13 Rozdělení pravděpodobnosti pro bariérovou put opci up-and-out
- Obr. 4.14 Rozdělení pravděpodobnosti pro strategii Risk reversal
- Obr. 4.15 Zhodnocení z hlediska vztahu výnos – riziko



## Seznam tabulek

Tab. 2.1 Objem obchodů s deriváty (v hodnotě podkladového aktiva) v ČR v mil. Kč

Tab. 2.2 Porovnání kontraktů typu forward a futures

Tab. 2.3 Vztah vnitřní hodnoty call a put opce

Tab. 2.4 Vliv hlavních faktorů na ceny opcí

Tab. 2.5 Výplatní funkce a zisk základních opčních pozic

Tab. 4.1 Tržby za prodej výrobků a služeb a výsledky hospodaření (v tis. Kč)

Tab. 4.2 Výsledné hodnoty predikce volatility

Tab. 4.3 Forwardové kurzy pro různé doby do zralosti

Tab. 4.4 Celkové počáteční výdaje na nákup bariérových put opcí v CZK

Tab. 4.5 Matematická formulace

Tab. 4.6 Získané realizační ceny put opcí

Tab. 4.7 Porovnání zajišťovacích strategií podle kritérií

## Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 20. dubna 2011

.....  
Martin Lednický

Adresa trvalého pobytu studenta:

Petřvald 426, 742 60

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – ocenění bariérových put opcí na měnu

Příloha č. 2 – vývoj měnového kurzu CZK/EUR za období 31. 1. 2002 až 31. 12. 2010

Příloha č. 3 – ocenění měnových put opcí

Příloha č. 4 – ocenění bariérových put opcí na měnu

Příloha č. 5 – výpočet realizačních cen měnových put opcí pro strategii Risk reversal